ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 19 1969 TRIMESTRIEL NUMÉRO 1

ECOLE NATIONALE SUPÉRIEURE AGRONOMIQUE
Chaire d'Agriculture
GRIGNON

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

AAP19.1

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

149, rue de Grenelle, PARIS-VII^e^. Tél. : INV. 41-09.

Directeur général : J. BUSTARRET

Inspecteurs généraux : A. CAUDERON, G. DROUINEAU, R. FÉVRIER, P. MORNET, R. PÉRO

Rédaction des Annales

Pour l'ensemble des Séries : J. BUSTARRET

Annales agronomiques.

— M. HALLAIRE, Chef du Département de Bioclimatologie.
— S. HÉNIN, Chef du Département d'Agronomie.

Annales de l'Amélioration des Plantes.

— R. MAYER, Chef du Département de Génétique et d'Amélioration des Plantes.

Annales de Phytopathologie.

— H. DARPOUX, Chef du Département de Pathologie végétale.

Annales de Zoologie - Écologie animale.

— E. BILIOTTI, Chef du Département de Zoologie.

Annales de Zootechnie.

— R. FÉVRIER, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
— A.-M. LEROY, Professeur honoraire à l'Institut national agronomique.
— A. RÉRAT, Directeur de la Station de Recherche sur l'Élevage des Porcs, C.N.R.Z.

Annales de Technologie agricole.

— M. FLANZY, Chef du Département de Technologie des Produits végétaux.
— G. MOCQUOT, Chef du Département de Technologie des Produits animaux.

Annales de Biologie animale, Biochimie, Biophysique.

— A. FRANÇOIS, Chef du Département de Recherches de Nutrition.
— C. THIBAULT, Chef du Département de Physiologie animale.

Annales de Physiologie végétale.

— Y. CŒIC, Chef du Département de Physiologie végétale.

Annales des Sciences forestières.

— P. BOUVAREL, Directeur de la Station d'Amélioration des Arbres forestiers, C. N. R. F.
— J.-P. CHESNEAU, École nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, 54 - Nancy.
— J. PARDÉ, Directeur de la Station de Sylviculture et de Production, C. N. R. F.

Annales de Génétique et de Sélection animale.

— J. POLY, Chef du Département de Génétique animale.

Recherches d'Économie et de Sociologie rurales.

— D. BERGMANN, Chef du Département d'Économie et de Sociologie rurales.

Recherches vétérinaires.

— P. MORNET, Inspecteur général de la Recherche agronomique.

Recherches d'Hydrobiologie continentale.

— R. FÉVRIER, Inspecteur général de la Recherche agronomique.
— C. THIBAULT, Chef du Département de Physiologie animale.
— R. VIBERT, Directeur de la Station d'Hydrobiologie continentale, 64 - Biarritz.

ADMINISTRATION ET SECRÉTARIAT DE LA RÉDACTION :

Service des Publications de l'I. N. R. A., route de Saint-Cyr, 78 - VERSAILLES, Tél. : 950-75-22

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 19
1969

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
149, Rue de Grenelle, PARIS-7e

ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES

VOLUME 19 1969 NUMÉRO 1

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE
149, Rue de Grenelle, PARIS-7e

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 5-13.

HÉRÉDITÉ ET ANALYSE CHROMATOGRAPHIQUE DE LA PIGMENTATION ANTHOCYANIQUE DES FLEURS ET BRACTÉES DE *SALVIA HORMINUM* L.

A. CORNU, M. PAYNOT

Station d'Amélioration des Plantes,
Centre de Recherches agronomiques du Centre-Est, 21 - Dijon
Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

Salvia horminum L. est une espèce caractérisée par la pigmentation anthocyanique des fleurs et des bractées inflorescentielles stériles. Quatre types, distingués par leurs coloris, font l'objet d'une étude génétique et chromatographique, qui met en évidence l'existence de trois gènes, dont les modalités d'interdépendance déterminent la synthèse de six anthocyanes réparties inégalement entre fleurs et bractées.

INTRODUCTION

Il existe peu de travaux au sujet de la pigmentation anthocyanique chez les espèces du genre *Salvia*. Les plus récents et les plus complets, par leurs aspects biochimiques et génétiques, concernent uniquement *Salvia splendens* (S. ASEN, 1961 ; J. HENDRYCHOVA-TOMKOVA, 1964). Les anthocyanes des autres espèces (le genre *Salvia* en compte près de 500) ne semblent pas avoir été étudiées.

Salvia horminum L. est une espèce annuelle, d'origine méditerranéenne, considérée par COSTE (1937) comme une variante de *Salvia viridis*. C'est une plante assez velue, atteignant 50 cm à 1 m, fleurissant en grappes terminées par un bouquet de bractées stériles, colorées aussi vivement que les fleurs ; trois types de coloris sont connus : blanc, rose et violet.

L'intérêt que peut présenter cette espèce allogame du point de vue des études de génétique, grâce en particulier à son cycle de reproduction très court (3 à 4 mois suivant les conditions de température) et son extrême maniabilité en serre, nous ont incités à la retenir pour nos études de mutagenèse sur les complexes anthocyaniques des végétaux supérieurs. Mais préalablement, il était nécessaire de bien connaître les anthocyanes responsables de la pigmentation des fleurs et des bractées, et les modes

de transmission héréditaire de ces différents types de pigmentation. C'est pourquoi nous avons entrepris cette étude génétique et biochimique des anthocyanes de *Salvia horminum* dont les résultats font l'objet de la présente note.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Nous avons utilisé au départ trois souches provenant de Kew Garden, en Angleterre. Celles-ci dénommées *alba*, *rosea* et *violacea* correspondaient chacune à une couleur de fleurs et de bractées (blanc, rose et violet). En dehors de ces caractéristiques pigmentaires, ces trois types étaient tout à fait semblables sur les plans de la morphologie, du développement et de la précocité. L'autofécondation de ces trois souches a permis d'obtenir des lignées homogènes pour les trois types. Cependant, un quatrième type, issu de *violacea*, est apparu dans nos cultures : ses bractées sont apparemment identiques à celles des plantes *rosea*, mais ses fleurs ont une couleur carminée (rappelant celle des fleurs de Cardamine) intermédiaire entre celles des types *rosea* et *violacea*. D'une manière générale et pour éviter toute confusion, nous distinguerons les variétés ainsi obtenues, c'est-à-dire *alba*, *rosea*, *violacea*, et « Cardamine » de leurs phénotypes correspondants, « blanc », « rose », « violet » et « carmin ».

TABLEAU I

Descendances F_2 des hybrides entre des types alba, rosea *et* violacea

Parents	Phénotypes des descendants F_2				Analyse statistique		
	Blanc	Rose	Violet	Total	Ségrégation théorique	X^2	P
Alba (a_1) × *Rosea*	19	40	—	59	3 roses/1 blanc	1,20	0,25
Alba (a_2) × *Rosea*	34	24	86	144	3 colorés/1 blanc 3 violets/1 rose	0,14 0,65	0,70 0,45
Alba (a_1) × *Violacea*...	32	24	76	132	3 colorés/1 blanc 3 violets/1 rose	0,04 0,05	0,80 0,80
Alba (a_2) × *Violacea*...	—	7	33	40	3 violets/1 rose	1,20	0,25
Rosea × *Violacea*.....	—	36	80	116	3 violets/1 rose	2,20	0,15

Les plantes de ces différentes variétés sont cultivées en serre aussi bien en hiver qu'en été, et la floraison est généralement obtenue environ 2 mois après le semis. *Salvia horminum* est une espèce entomophile ; en l'absence d'Insecte, aucune fécondation ne se produit ; il est donc aisé en condition de serre « insect-proof » de faire des autofécondations ou des croisements à l'aide d'un pinceau. La multiplication des lignées, par contre, peut se faire en été en plein champ ; les fleurs sont visitées très fréquemment par les abeilles et les bourdons, et la production des graines est très abondante.

L'analyse génétique a été faite d'une manière classique, par l'étude des F_1 et des F_2 provenant du croisement entre les différents types (voir tabl. 1). Nous avons utilisé également l'allogamie naturelle de l'espèce, qui permet d'obtenir des descendances beaucoup plus nombreuses que par croisement artificiel, pour contrôler les différents génotypes possibles de la variété *alba* (tabl. 2).

L'analyse chromatographique des pigments anthocyaniques a été faite de la manière suivante :

les prélèvements, bractées et fleurs, sont broyés au mixeur dans une solution d'acide chlorhydrique à 1 p. 100, puis filtrés ;

le filtrat contenant les anthocyanes en solution est concentré sous vide à l'évaporateur rotatif ;

les pigments sont ensuite repris :

— soit par le méthanol pour une étude chromatographique sur papier, préparative et analytique (P. DOMMERGUES, J. GILLOT et *al.*, 1966 ; P. DOMMERGUES, H. HESLOT et *al.*, 1966 ; J. B. HARBORNE, 1958 et 1967) ;

— soit par une solution d'acide chlorhydrique 2 N pour hydrolyse, et détermination des aglycones sur couches minces (P. DOMMERGUES, J. GILLOT et *al.*, 1966 ; P. DOMMERGUES, H. HESLOT et *al.*, 1966 ; N. NYBOM, 1964).

La détermination des acides organiques acylants est faite sur couches minces de cellulose en présence de témoins.

Ces acides organiques sont libérés par saponification dans la soude à 5 p. 100 (S. ASEN, 1961 ; J. B. HARBORNE, 1967 ; P. RIBÉREAU-GAYON, 1968), puis sont extraits par l'éther. Cette opération s'effectue à partir d'anthocyanes préalablement purifiées par chromatographie sur papier.

TABLEAU 2

Descendances	Phénotypes				Autogamie (%)
	Blanc	Rose	Violet	Total	
α	257	1 172	—	1 429	17,9
β	48	378	360	786	6,1

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. *Analyse génétique*

1. 1. *Hérédité des caractères blanc, rose et violet.*

Les résultats des croisements F_1 entre les 3 types font apparaître une dominance absolue du type violet :

alba × *violacea* → 100 p. 100 « violet »
rosea × *violacea* → 100 p. 100 « violet »

Les croisements *alba* × *rosea* peuvent donner des résultats différents ; selon la souche *alba* de départ, trois types de descendances ont été obtenus :

1. 100 p. 100 rose
2. 100 p. 100 violet
3. 50 p. 100 violet + 50 p. 100 rose

Nous avons appelé *alba-*a_1 les souches qui fournissaient uniquement des hybrides roses et *alba-*a_2, celles qui donnaient 100 p. 100 d'hybrides violets.

Les résultats des descendances F_2 obtenues à partir des différents hybrides F_1 sont indiqués dans le tableau 1. L'analyse statistique de ces descendances est favorable à l'hypothèse d'une différence monofactorielle entre :

alba-a_1 et *rosea*
alba-a_2 et *violacea*
rosea et *violacea*

et d'une différence bifactorielle entre :

alba-a_1 et *violacea*

alba-a_2 et *rosea*

Les disjonctions obtenues entre phénotypes colorés et non colorés étant toujours du type 3/1, il est logique de supposer l'existence d'un gène dominant conditionnant la synthèse des pigments anthocyaniques dans les fleurs et les bractées. L'autre gène, qui, à l'état dominant, conditionne l'apparition de la couleur violette est évidemment hypostatique par rapport au précédent.

Si nous appelons A et R ces deux gènes respectivement, il devient clair que les génotypes comportant A et R correspondent aux types *violacea*, que ceux comportant A et *r* correspondant aux types *rosea* et qu'enfin les plantes doublement récessives *aa* ne synthétisent pas d'anthocyane.

En l'absence de A, le gène R n'a aucune action visible ; il peut donc être présent ou absent dans les plantes à fleurs blanches ; s'il est absent (formule *ar*) il s'agit d'un type a_1 ; s'il est présent (formule *a*R) on a un type a_2 qui fournit des phénotypes violets par croisement avec *rosea* (tabl. 1).

Une confirmation de cet état de chose nous a été apportée par une expérience faite en plein champ dans le but de mesurer le taux d'allogamie naturelle de l'espèce. Deux plantes à fleurs blanches avaient été placées dans une parcelle ne comportant que des plantes de type *rosea* et livrées à la fécondation naturelle par les insectes. Ces deux plantes que nous pouvons désigner par α et β, ont donné des descendances dont les résultats sont indiqués dans le tableau 2.

Le pourcentage d'allogamie est fourni par la proportion de plantes colorées dans la descendance puisque le caractère blanc est récessif : on voit que cette allogamie est importante, mais variable d'une plante à l'autre. Les plantes α et β avaient deux génotypes différents, qui, d'après notre hypothèse ci-dessus, peuvent s'écrire respectivement :

$$\alpha = aarr \qquad \beta = aaRr$$

La descendance de β correspond bien à une disjonction de *back-cross* [1] et le χ^2 pour une disjonction théorique 1/1 entre les types « roses » et «violets » est égal à 0,45, donc non significatif. Notre hypothèse concernant le fonctionnement des gènes A et R est par conséquent confirmée par cette expérience.

1. 2. *Analyse génétique du mutant « cardamine ».*

L'étude des hybrides F_1 ayant montré les relations d'hypostasie de ce caractère par rapport au « violet » et d'épistasie vis-à-vis des types « rose » et « blanc », trois hypothèses peuvent être émises quant à l'hérédité de ce caractère :

1. existence d'un allèle R*c* au locus R,
2. existence d'un gène C, complémentaire de R pour donner le phénotype violet,
3. existence d'un gène C donnant le phénotype « cardamine » en présence de A*r*.

[1] Si l'on se refère aux trois types de descendances distingués plus haut (page 7), cette descendance de β est du 3e type (50 p. 100 violet + 50 p. 100 rose), tandis que α se comporte de la même manière que la souche a_1.

TABLEAU 3

Descendances F_2 de l'hybride « Cardamine » × violacea

N° des F_1	Violets	Carmin	Roses	Total descendants	Valeurs du X^2 pour les proportions théoriques 12/3/1
1	120	40	10	170	2,2
2	112	33	2	147	7,6
3	108	27	7	142	0,5
4	94	29	5	128	2,1
5	113	26	8	147	0,4
6	96	20	11	127	1,9
7	114	32	10	146	0,4
Total.....	757	207	63	1 017	3,2

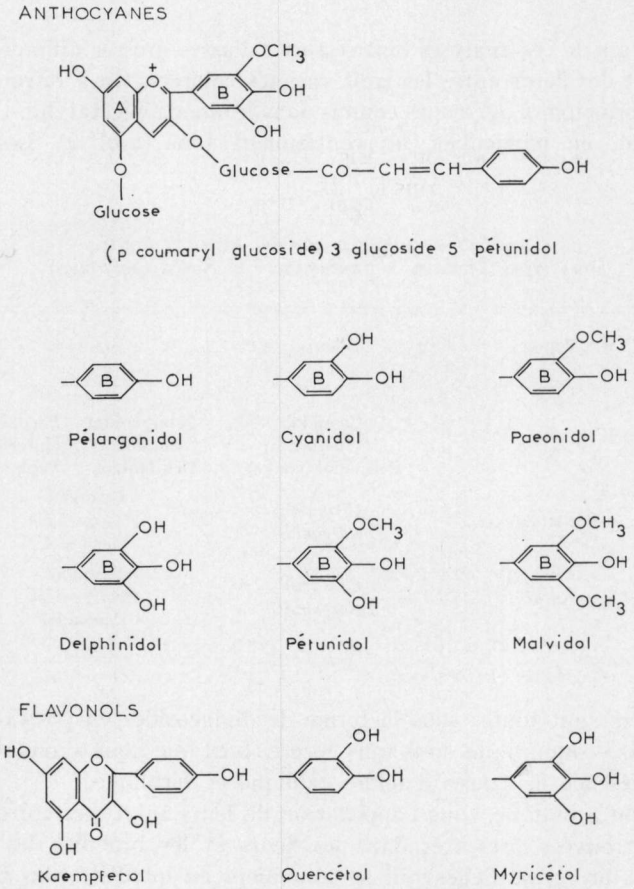

FIG. 1. — *Tableau récapitulatif des principaux anthocyanes et flavonols*

L'hypothèse 2 peut être éliminée d'emblée. En effet, si le phénotype « violet » était dû à l'interaction des gènes R et C, on devrait retrouver des types « cardamine » dans les descendances F_2 des croisements *alba* × *violacea* ; nous n'en avons jamais trouvé (tabl. 1).

Il restait à choisir entre les hypothèses 1 et 3 : pour cela nous avons étudié 7 descendances F_2 issues du croisement « cardamine » × *violacea* (tabl. 3). Dans l'hypothèse 1 nous ne devrions avoir que des phénotypes violet et carmin dans la proportion de 3/1 ; dans l'hypothèse 3, nous devrions trouver en plus des 2 génotypes précédents, des types roses dus au génotype *rrcc* dans la proportion de 1/16 par rapport au total des descendants. C'est effectivement cette dernière hypothèse qui est vérifiée, comme le confirme l'analyse statistique partielle et globale.

Le seul cas un peu aberrant est celui de la descendance n° 2, où le χ^2 est significatif pour P = 0,05, mais non pour P = 0,01 (valeur limite = 9,21) ; la possibilité d'erreurs dans l'appréciation des phénotypes carmin et rose assez voisins n'est d'ailleurs pas à rejeter dans certains cas limites.

2. *Analyse chromatographique des pigments*

Les résultats de ces analyses font ressortir d'assez grosses différences au niveau des bractées et des fleurs entre les trois variétés colorées. On a retrouvé dans cette espèce les six principaux aglycones connus dans le monde végétal (fig. 1). Les bractées du type violet, en particulier, les contiennent tous (tabl. 4). Les anthocyanes

TABLEAU 4

Composition anthocyanique des fleurs et bractées des types Violacea, « *Cardamine* » *et* Rosea (*aglycones*)

Types	Fleurs	Bractées
Violacea	Cyanidol *Delphinidol* Petunidol (traces)	Pelargonidol Paeonidol Cyanidol Malvidol Delphinidol *Petunidol*
« Cardamine »	*Cyanidol* *Pelargonidol*	Cyanidol *Pelargonidol* Paeonidol
Rosea	Cyanidol *Pelargonidol*	Cyanidol *Pelargonidol* Paeonidol

correspondantes sont toutes sous la forme de diglucosides en position 3-5, acylées par l'acide *para*-coumarique dans tous les cas, bien que nous ayons remarqué assez souvent la présence de traces d'acides caféique et férulique.

Le tableau 4 indique, sous l'appellation de leurs aglycones correspondants, les anthocyanes trouvées présentes dans les fleurs et les bractées des types *violacea*, « cardamine » et *rosea*. Celles qui se trouvaient en quantité plus importante par rapport aux autres sont en caractères italiques.

On voit tout de suite que le type *violacea* est assez remarquable par les différences importantes que l'on trouve entre bractées et fleurs. Le pétunidol, presque inexistant dans les fleurs, devient le pigment dominant dans les bractées, qui sont pourtant d'une couleur tout à fait semblable. On constate aussi que les pigments méthylés, si l'on excepte les traces de pétunidol dans les fleurs *violacea*, n'existent pratiquement que dans les bractées (pétunidol, malvidol, paeonidol dans le type *violacea*, paeonidol dans les types « cardamine » et *rosea*).

Par ailleurs, l'étude de la composition anthocyanique des bractées des plantes « cardamine » et *rosea* confirme bien leur similitude phénotypique : ces deux types se différencient donc uniquement par l'équilibre cyanidol-pélargonidol de leurs fleurs ; l'augmentation de la teneur en cyanidol se traduit ici par une couleur légèrement plus violacée. Enfin, remarquons que la composition anthocyanique des bractées est assez peu différente de celle des fleurs dans le type *rosea* (présence-absence d'une faible quantité de paeonidol).

TABLEAU 5

Formules génétiques correspondant aux types de pigmentation anthocyanique des fleurs de Salvia horminum *et* Salvia splendens

Variétés	Pigments principaux	Formules génétiques	
		Salvia horminum	*Salvia splendens* (1)
Alba-a$_1$	Flavonols	*aa rr*	*pp vv*
Alba-a$_2$	Flavonols	*aa* RR	*pp* VV
Rosea	Pelargonidol	AA *rr cc*	PP *vv*
« Cardamine »	Pelargonidol + Cyanidol	AA *rr* CC	
Violacea	Delphinidol	AA RR C ou *c*	PP VV

(1) D'après HENDRYCHOVA-TOMKOVA (1964).

La variété *alba* ne contient aucune anthocyane, mais renferme une assez grande quantité de flavonols (kaempférol et quercétol) à la fois dans ses fleurs et ses bractées. Ces flavonols sont également présents dans les types colorés, mais en quantité moindre.

CONCLUSION

La biosynthèse des pigments anthocyaniques dans les fleurs et les bractées de *Salvia horminum* dépend de trois gènes principaux, que l'on peut appeler A, R et C (tabl. 5) dont le fonctionnement apparaît classique par rapport à ce qui est connu chez d'autres plantes ; notamment chez *Salvia splendens* (J. HENDTYCHOVA-TOMKOVA, 1964). Il présente néanmoins quelques particularités importantes.

Le gène A, homologue du gène P de *Salvia splendens* commande toute la synthèse des anthocyanes dans les bractées et dans les fleurs, il est complètement dominant et épistatique vis-à-vis de R et C. La chaîne de synthèse des flavonols, par contre, ne dépend pas directement du gène A, puisqu'ils sont produits en quantité importante dans les fleurs et les bractées blanches. Tous les pigments synthétisés sont acylés par l'acide *para*-coumarique, et sous forme de 3-5-diglucosides ; ces résultats confirment ceux obtenus chez les Labiées (J. B. HARBORNE, 1967).

Le gène R paraît avoir des responsabilités différentes entre fleurs et bractées. Au niveau des fleurs, la présence de l'allèle dominant correspond à une hydroxylation plus poussée, puisque dans les fleurs violettes on observe une synthèse abondante de delphinidol et la disparition du pélargonidol (fig. 1) ; cette fonction hydroxylante est ici tout à fait dominante, contrairement à ce qui se passe chez *Salvia splendens* J. B. HARBORNE, 1967 ; J. HENDRYCHOVA-TOMKOVA, 1964). Au niveau des bractées, par contre, en présence de R, il se produit en même temps que l'hydroxylation (qui ne va pas cependant jusqu'à la disparition du pélargonidol) une méthylation très poussée, qui aboutit à la synthèse de pétunidol (1), principalement, de malvidol et de paeonidol accessoirement.

Il existe donc chez *Salvia horminum* une spécificité tissulaire qui se traduit par le fait que des cellules de même génotype, mais appartenant à des tissus différents ont des possibilités de synthèse différentes. Une telle situation a été trouvée chez *Impatiens balsamina* (ALSTON et HAGEN, 1958), où les pétales, les sépales et les tiges de certains types ont des compositions pigmentaires divergentes ; mais, en contraste avec *Salvia horminum*, la méthylation des pigments chez *Impatiens* est plus complète dans les pétales que dans les autres tissus. Il est certain, comme le note ALSTON (1964), que la méthylation des anthocyanes se fait suivant un processus complexe nécessitant la présence d'un précurseur approprié, d'un donneur de groupe méthyl et aussi d'enzymes spécifiques de ces différents substrats. Dans le cas qui nous occupe, il suffirait que l'un quelconque de ces facteurs indispensables soit bloqué ou repressé partiellement ou totalement dans les cellules des pétales, pour que celles-ci ne soient plus en mesure de synthétiser le pétunidol et les autres pigments méthylés. Il est donc possible que des gènes non identifiés à action méthylante soient fonctionnels dans les bractées et bloqués dans les fleurs. Le gène C est sans doute aussi un gène de ce type ; en effet, nous avons vu qu'il était responsable d'une hydroxylation partielle (synthèse de cyanidine) des pigments dans les fleurs et non dans les bractées ; il apparaît ainsi à l'inverse des précédents, fonctionnel dans les cellules florales et bloqué dans les cellules des bractées.

Les aspects originaux ainsi définis de la biosynthèse des anthocyanes dans les cellules épidermiques de *Salvia horminum*, feront l'objet de prochains travaux de mutagenèse. Ceux-ci seront dirigés de façon à mettre entre les mains du généticien et du biochimiste un matériel susceptible d'apporter des éclaircissements sur le mode de régulation des gènes responsables des synthèses anthocyaniques.

Reçu pour publication en février 1969.

(1) Il est à remarquer que le (*p*-coumaryl glucoside) 3 glucoside 5 pétunidol dont la formule développée est indiquée dans la figure 1 n'a pas été cité jusqu'à présent par les principaux auteurs.

REMERCIEMENTS

Nous remercions tout particulièrement M. C. MARTIN, directeur du Laboratoire de Physiopathologie de Dijon, et ses collaborateurs, sans la présence desquels ce travail n'aurait pu être mené à bien sur le plan biochimique.

SUMMARY

HEREDITY AND CHROMATOGRAPHIC ANALYSIS OF THE ANTHOCYANIC PIGMENTATION IN THE FLOWERS AND BRACTS OF *SALVIA HORMINUM* L.

The anthocyanic pigmentation in the flowers and bracts of *Salvia horminum* is studied from biochemical and genetic point of view.

The work material includes four types, whose hues differ, as follows : i) *alba*, the white flowers and bracts of which contain flavondis ; but no anthocyan ; ii), *rosea*, with pink flowers and bracts, the prevailing pigment being pelargonidin ; iii) « Cardamine », with carmine-hued flowers and bracts containing in its flowers as much cyanidin as pelargonidin ; iv), *violacea*, with purple flowers and bracts whose prevalent pigment is delphinidin in the flowers and petunidin in the bracts. All these pigments are in the form of 3-5 diglucosides acylated by *para*-coumaric acid.

Three major genes appear to be accountable for the anthocyanic pigmentation of those four flowers, as follows : i) a gene « A », thoroughly prevalent and whose presence is necessary for synthesizing anthocyan ; ii) a gene « R », which, in presence of « A », accounts for the « purple » phenotype and for the syntheses it brings about in the bracts and flowers ; iii) a gene « C », highly active in presence of A*rr* genotypes and accountable for the intensification of the synthesis of the flowers.

These data, as well as others gained previously, are abstracted in table 5, which shows how equivalent are the genetic and pigmentary formulaes of *Salvia horminum* and *Salvia splendens*.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQRES

ALSTON R. E., 1964. The genetics of phenolic compounds in *Biochemistry of Phenolic compounds* edited by J. B. Harborne Academic Press.

ALSTON R. E., HAGEN C. W., 1958. Chemical aspects of the inheritance of flower color in *Impatiens balsamina*. *Genetics*, **43**, 35-47.

ASEN S., 1961. Anthocyanin in flowers of *Salvia splendens* Cultivar « Violet Flame ». *Amer. Soc. hort., Sci.*, **78**, 586-592.

COSTE H., 1937. *Flore descriptive et illustrée de la France*. Librairie des Sciences et des Arts, Paris.

DOMMERGUES P., GILLOT J., MARTIN C., 1966. Mutagenèse chez l'œillet de semis (*Dianthus caryophyllus*) in : *Induced mutations and their utilisation* ; Gatersleben 1966, June 20-24. Akademie-Verlag-Berlin, 1967.

DOMMERGUES P., HESLOT H., GILLOT J., MARTIN C., 1966. L'induction de mutations chez les rosiers. in : *Induced mualtions and theur utilization* ; Gatersleben, 1966, June 20-24. Akademie-Verlag, Berlin, 1967.

HARBORNE J. B., 1958. The chromatographic identification of anthocyanin pigments. *J. Chromatogr.*, **1**, 473-488.

HARBORNE J. B., 1967. *Comparative Biochemistry of the Flavonoids*. Academic Press London.

HENDRYCHOVA-TOMKOVA J., 1964. Genetic analysis of colour mutants in *Salvia splendens*. *Preslia*, **36**, 217-225.

NYBOM N., 1964. Thin layer chromatographic analysis of anthocyanidins. *Physiol. Plant.*, **17**, 217-225.

RIBÉREAU-GAYON P., 1968. *Les composés phénoliques*. Dunod, Paris.

Ann. Amélior. Plantes, 1968, **18** (4).

ERRATUM

L'EMPLOI DU PROTOXYDE D'AZOTE DANS LA CRÉATION DE VARIÉTÉS AUTOTÉTRAPLOÏDES CHEZ LE TRÈFLE VIOLET (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.)

J. BERTHAUT

Page 385, tableau 3, dans la légende, lire :

Durée des traitements : 24 heures (au lieu de 4 heures).

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 15-22.

ANALYSE STATISTIQUE D'UN CARYOTYPE DE *FESTUCA PRATENSIS* HUDS.

S. ESSAD, Cvetanka NAJCEVSKA

Station centrale de Génétique et d'Amélioration des Plantes,
Centre national de Recherches agronomiques, 78 - Versailles
Institut national de la Recherche agronomique

Faculté d'Agriculture et de Sylviculture,
Skopje (Yougoslavie)

SOMMAIRE

L'analyse statistique des mesures effectuées sur les chromosomes de *Festuca pratensis* HUDS. autorise la distinction des 7 paires qui constituent le caryotype de cette espèce. On constate cependant des chevauchements non négligeables entre les aires de distribution des différents types. Une seule paire de chromosomes comporte une constriction secondaire constante.

L'établissement d'une grille de comparaison est susceptible de faciliter considérablement l'identification des chromosomes d'un tel caryotype.

INTRODUCTION

Considéré comme un caractère d'appoint pour la caractérisation des espèces, le caryogramme peut être établi simplement à partir des moyennes de mensuration réalisées sur une ou plusieurs plaques métaphasiques convenablement étalées. Mais l'analyse comparative de caryotypes d'espèces voisines, l'identification de chromosomes supplémentaires, ou la mise en évidence de remaniements structuraux, tels que translocations, inversions péricentriques, délétions ou duplications, peut exiger la mise en œuvre de méthodes plus fines. Outre l'accroissement du nombre des mesures et une exigence accrue concernant la qualité des plaques métaphasiques utilisées, il apparaît alors nécessaire de mettre en jeu des méthodes statistiques susceptibles de contrôler au maximum la fluctuation rencontrée. Cette fluctuation est en effet importante au niveau de la morphologie chromosomique, ce qui provoque un certain nombre de difficultés. Les principales de ces difficultés sont : la juste appréciation des types de chromosomes qu'il est possible de séparer (cet aspect fondamental a d'ailleurs été

fréquemment ignoré), la mise en évidence de différences morphologiques faibles et l'influence de la fluctuation sur l'appréciation correcte de la position du centromère des chromosomes à symétrie élevée.

Une première approche de ce problème a été présentée sur la base de méthodes statistiques simples à propos du caryotype de *Lolium perenne* (ESSAD, ARNOUX, MAIA, 1966). Le présent travail correspond à une application directe des principes précédemment mis en évidence, qui reposent sur la comparaison des variances obtenues dans les paires de chromosomes de chaque type.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le caryogramme étudié ici correspond au caryotype d'une seule plante de la variété *Naïade* de *Festuca pratensis* (N 17). Cette plante ne présente aucun caractère morphologique ou physiologique remarquable. Les plaques métaphasiques ont été obtenues à partir de pointes de racines placées après excision dans une solution saturée de α-monochloronaphtalène pendant deux heures et colorées à chaud par la technique classique de l'orcéine acétique. Il faut noter que la méthode de Feulgen ne s'est pas révélée utilisable pour l'analyse caryotypique en raison de la flexuosité excessive qu'elle donne fréquemment aux chromosomes de cette espèce.

Les plaques métaphasiques bien étalées ont été photographiées à un grossissement d'environ 1 000 × et tirées sur papier avec une amplification de 3 400 ×. Après élimination des photographies présentant des points douteux, dix garnitures chromosomiques ont été mesurées, chromosome par chromosome, en s'efforçant d'obtenir une précision du dixième de millimètre. Les rapports C/L (bras court sur bras long) et T/θ (longueur de chaque chromosome sur longueur moyenne des chromosomes de la cellule) ont alors permis l'appariement des chromosomes dans chaque cellule avec l'aide pour les cas litigieux et notamment les paires *e f* et *g*, de la répartition graphique dans ce système de coordonnées. La valeur des appariements réalisés a été finalement jugée, après transformation en logarithmes des rapports C/L et T/θ, à partir d'une analyse de variance établie par type de chromosomes et d'après la comparaison des variances « dans les paires » (résiduelles) ainsi obtenues par le test F au point 1 p. 100.

II. — RÉSULTATS

Voir tableaux 1 et 2, figures 1, 2 et 3.

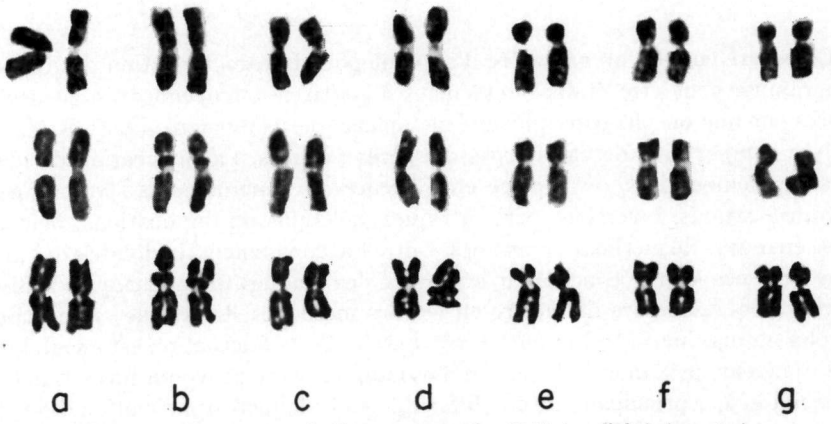

FIG. 1. — *Le caryotype de* Festuca pratensis *N 17* (3 cellules) (× 1 600)

TABLEAU I

Rapports des variances « dans les paires » pour C/L *et* T/θ

C/L	*a* 28	*b* 176	*c* 149	*d* 32	*e* 358	*f* 207	*g* 118	*eg* 246	
eg	*8,79*	1,40	1,65	*7,69*	1,46	1,19	2,08		*eg*
g	4,21	1,49	1,26	3,69	3,03	1,75		*12,75*	*g*
f	*7,39*	1,18	1,39	*6,47*	1,73		2,19	*5,83*	*f*
e	*12,79*	2,03	2,40	*11,19*		1,23	1,78	*7,17*	*e*
d	1,14	*5,50*	4,66		1,87	1,53	3,34	*3,82*	*d*
c	*5,32*	1,18		1,02	1,92	1,56	3,44	*3,74*	*c*
b	*6,29*		2,93	2,09	1,11	1,37	1,60	*8,00*	*b*
a		1,35	2,17	1,55	1,21	1,02	2,15	*5,93*	*a*
	58	43	93	90	48	59	27	344	
	a	*b*	*c*	*d*	*e*	*f*	*g*	*eg*	T/θ

N.-B. Les rapports significatifs au point 1 p. 100 sont en italique.
Les variances indiquées sont × 10^5 et ont été obtenues sur les logarithmes.

TABLEAU 2

Caractéristiques morphologiques des 7 types de chromosomes de Festuca pratensis *N 17*

Types	T (en μ)	T/θ	C/L
a	4,19 ± 0,61	1,20	> 0,91
b SAT	3,97 ± 0,53	1,14	0,86
c	3,61 ± 0,50	1,03	0,78
d	3,56 ± 0,55	1,02	> 0,95
e	3,15 ± 0,38	0,90	0,50
f	3,01 ± 0,36	0,86	0,67
g	2,81 ± 0,32	0,81	0,51

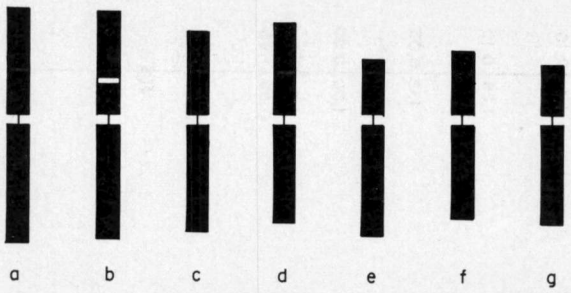

FIG. 2. — *Le caryogramme de* Festuca pratensis *N 17* (× 7 100 env.)

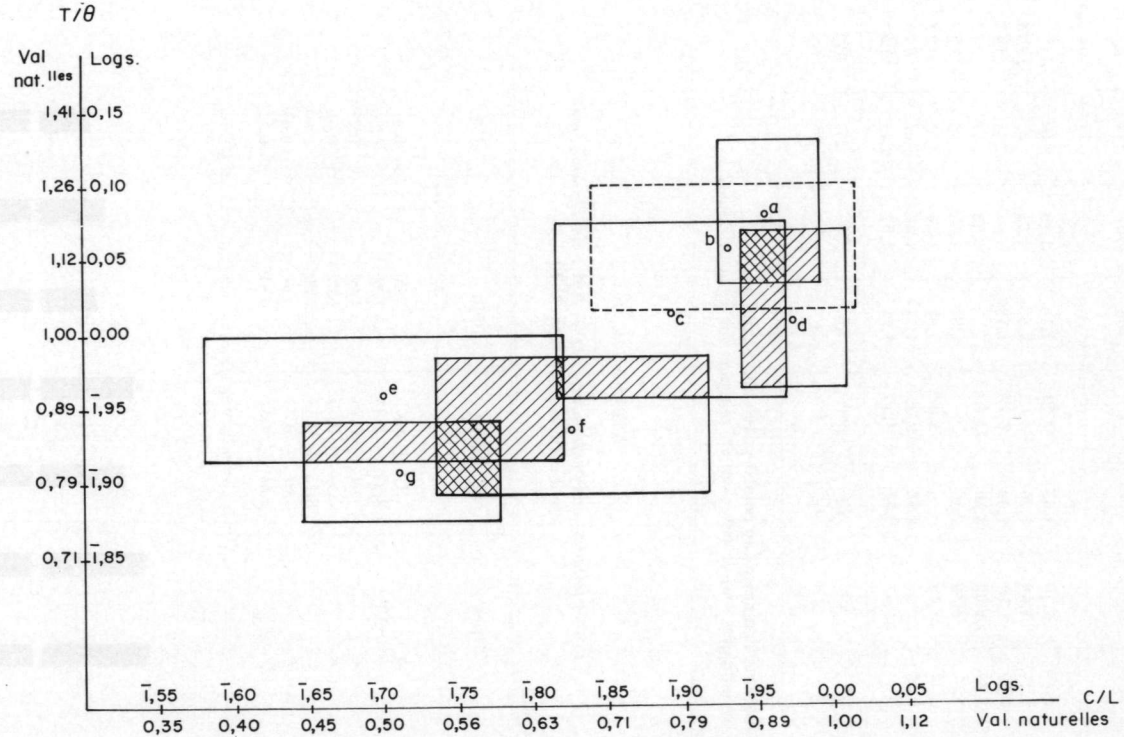

FIG. 3. — *Diagramme de distribution des paramètres des 7 types de chromosomes sur les variances observées « dans les paires »*

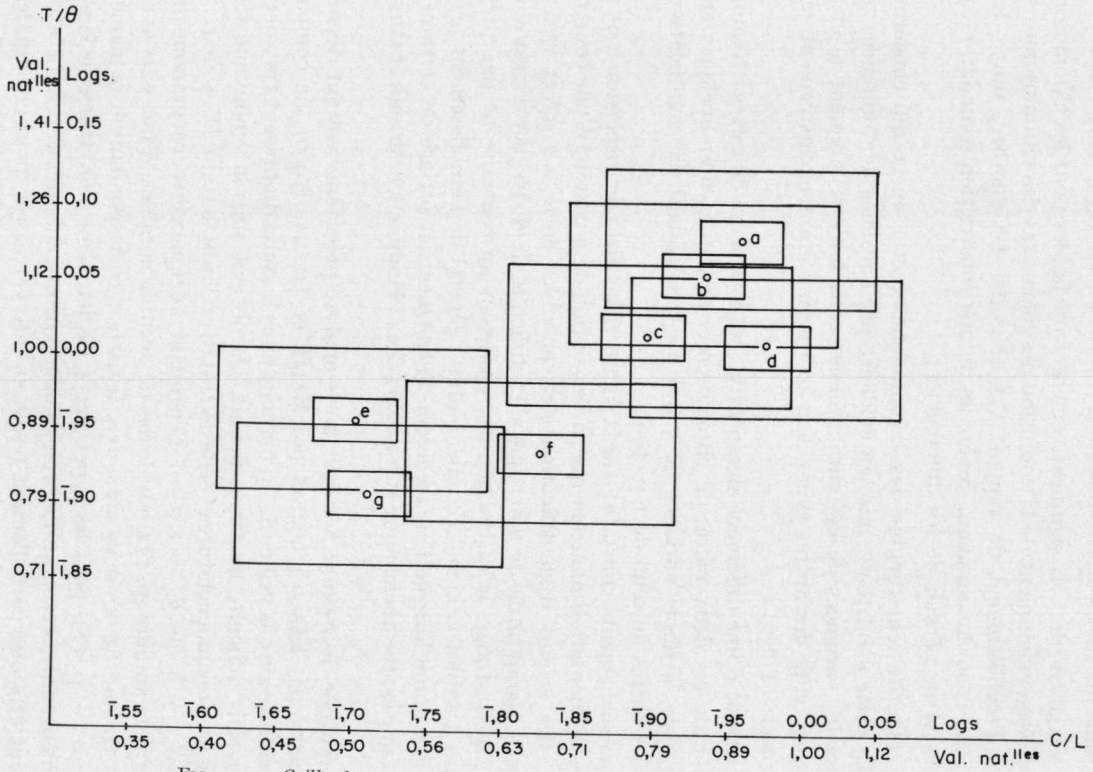

FIG. 4. — *Grille de comparaison pour l'étude des caryotypes de* Festuca pratensis
Limites de confiance à 5 p. 100 pour les valeurs individuelles et pour les moyennes de 10 cellules

III. — DISCUSSION

L'analyse du tableau 1, où sont présentés les résultats des comparaisons de variances « dans les paires de chromosomes », fait ressortir 3 points essentiels :

1. des variances de C/L significativement trop faibles pour les chromosomes *a* et *d*. Ceci résulte évidemment de la confusion des deux bras des chromosomes symétriques dans l'établissement du rapport C/L (MOORE et GREGORY, 1963 ; ESSAD, ARNOUX, MAÏA, 1966) lorsqu'aucun repère tel qu'une constriction secondaire (cas des chromosomes *b*) ne permet de les différencier ;

2. une identité remarquable des chromosomes *e* et *g* en ce qui concerne leur rapport C/L. Cette identité est mise en évidence par l'absence de différences significatives entre les variances de ces chromosomes considérés séparément (*e* et *g*) ou en bloc (*eg*) et celles des autres types, leur distinction étant exclusivement réalisée sur les longueurs (T/θ) ;

3. l'existence d'une différence significative des longueurs de *e* et *g*. Néanmoins, la séparation de ces deux paires de chromosomes peut présenter quelques erreurs, compte tenu de la faible variance de *g* qui n'est cependant pas significativement différente des autres au seuil de 1 p. 100.

Les chevauchements constatés, sur la figure 3, des aires de dispersion à 95 p. 100 des mesures élémentaires montrent que, à l'exception de *b* porteur d'une constriction secondaire, des erreurs d'identification sont possibles entre *acd*, *cf* et *efg*. A cet égard, il nous paraît utile de noter que si la difficulté de distinguer *efg* est évidente (cf. aussi ESSAD 1962), la distinction *acd* paraissait au contraire ne pas présenter de difficultés notables. Ceci met en relief l'intérêt général de l'établissement préalable d'un tel diagramme lorsque l'on recherche l'identification précise de certains chromosomes d'une espèce quelconque et *a fortiori* chez l'Homme (cf. MOORE et GREGORY, 1963).

Le caryotype de *Festuca pratensis* a été analysé précédemment sur dessins à la chambre claire par ESSAD (1962) et par MALIK et THOMAS (1966). La comparaison de leurs résultats avec la grille (fig. 4) obtenue dans le cours du présent travail permet d'identifier sans difficulté les types définis. On obtient ainsi la synonymie suivante entre notre propre nomenclature et celle de MALIK et THOMAS (tabl. IV. p. 174) : $a = 1$, $b = 2, c = 3, d = 5, e = 6, f = 4, g = 7$. Cependant, l'examen du caryogramme présenté par ces derniers auteurs (p. 172) révèle des désaccords notables, d'une part avec celui du présent travail (fig. 2), mais aussi avec le tableau correspondant de la même publication (tabl. IV, p. 174) pour les types 2 et 4. Ce deuxième point concerne la position du centromère sur le caryogramme, et les valeurs correspondantes de C/L du tableau IV et il ne peut être que partiellement résolu en intervertissant, pour chacun des deux types de chromosomes, la position de la constriction primaire et celle de la constriction secondaire proximale. En ce qui concerne le premier point, MALIK et THOMAS font état de 4 types à constrictions secondaires (1 à 4) tandis que nous n'en relevons qu'un (fig. 2). En réalité, il est exact que certaines coupures claires apparaissent sur certains chromosomes de nos préparations (cf. fig. 1), mais leur expression limitée et leur caractère aléatoire, voire accidentel, ne nous ont pas permis de les considérer

comme des éléments caractéristiques des chromosomes. Il est néanmoins possible que la permanence de telles structures apparaisse par des techniques appropriées ou par une observation détaillée sur préparations par opposition à l'étude sur photos (TOLBY et HECHT, 1968). Mais il est certain que la constriction secondaire proximale relevée sur le type *b* (= *2*) présente une constance et une netteté incomparablement supérieures à celles que l'on peut mettre en évidence en supplément. Sa signification biologique est aussi probablement différente et il y a tout lieu de penser que cette constriction secondaire du chromosome *b* correspond à l'organisateur de nucléole.

CONCLUSIONS

L'étude statistique des paramètres employés pour caractériser les chromosomes révèle chez *Festuca pratensis* HUDS. des chevauchements sensibles entre types. Ces chevauchements sont cependant trop faibles pour ne pas autoriser la distinction des 7 types de chromosomes. L'établissement du caryogramme complet est donc possible. Il convient toutefois dans le cas présent, comme dans la plupart des cas, de ne pas sous-estimer les confusions possibles au cours d'un travail d'identification de chromosomes tel que l'identification des trisomiques. Il est alors souhaitable d'établir au préalable une grille de comparaison (cf. fig. 4) qui permettra d'éviter des erreurs d'interprétation en permettant de distinguer les cas litigieux.

La mise en évidence dans le caryogramme établi par MALIK et THOMAS (1966) de constrictions que nous n'avons pas pu considérer comme des structures caractéristiques, met en évidence la nécessité de différencier sur un caryogramme les constrictions secondaires *sensu stricto* qui semblent liées à l'organisation des nucléoles et des constrictions moins habituellement et moins nettement visibles que l'on pourrait appeler alors « constrictions tertiaires » dans la mesure où leur constance serait vérifiée. Ceci permettrait de différencier d'emblée, au niveau du caryogramme, des structures qui peuvent être accidentelles, au sens large du terme, de l'ensemble des structures que l'on peut considérer comme essentielles pour la reconnaissance du caryotype.

Reçu pour publication en février 1969.

SUMMARY

STATISTICAL ANALYSIS OF A *FESTUCA PRATENSIS* HUDS. KARYOTYPE

The comparison of the variances obtained in the pairs of chromosomes (table 1) allows an *a posteriori* justification of the choice made and shows clearly that the 7 pairs of *Festuca pratensis* chromosomes (fig. 1, 3 and table 2) are effectively distinguishable. It is thus possible to establish the karyogramme of the plant studied (fig. 2) as well as a grid of comparison which will allow a simplification in the classification of the chromosomes belonging to this species.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ESSAD S., 1954. Contribution à la systématique du genre *Lolium*. *Ann. Amélior. Plantes*, **4**, 325-351.

ESSAD S., 1962. Étude génétique et cytogénétique des espèces *Lolium perenne* L. *Festuca pratensis* HUDS. et de leurs hybrides. *Ann. Amélior. Plantes*, **12**, nº h.-s., 103 p., 1962.

ESSAD S., ARNOUX J., MAIA N., 1966. Contrôle de validité des caryogrammes. Application au caryotype de *Lolium perenne* L. *Chromosoma*, **20**, 202-220.

MALIK C. P., THOMAS P. T., 1966. Karyotypic studies in some *Lolium* and *Festuca* species. *Caryologia*, **19**, 167-196.

MOORE R. C., GREGORY G., 1963. Biometrics of the karyotype of *Protemnodon bicolor* with reference to the limitations in accuracy of identifiyng human chromosomes. *Nature*, **200**, 234-237.

TOLBY E. N., HECHT F., 1968. Human chromosome breakage : microscopy versus photomicroscopy. *Ann. Génétique*, **11**, 169-170.

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 23-52.

ÉTUDE DE LA BIOLOGIE FLORALE DE L'ARTICHAUT (*CYNARA SCOLYMUS* L.). APPLICATION A LA SÉLECTION

2e PARTIE. — ÉTUDE DES DESCENDANCES OBTENUES EN FÉCONDATION CONTRÔLÉE

C. FOURY

Station d'Amélioration des Plantes maraîchères,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Est, 84 - Montfavet
Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

Afin d'étudier les possibilités de reproduction par graines de l'Artichaut et d'établir les bases d'une éventuelle sélection par voie sexuée, l'observation de descendances obtenues soit par autofécondation, soit par croisement, a été effectuée.

Les premières observations sur des I_1 et des F_1 sont consignées ici ; elles portent sur la vigueur, le port, la spinosité du feuillage, la précocité, la ramification de la hampe florale, le poids, la forme et les qualités marchandes du capitule. Dans la mesure du possible, des comparaisons ont été établies avec les parents pour définir leur valeur en tant que géniteur.

Il est possible d'obtenir de nouvelles formes consommables et même commercialisables à partir de certains croisements ou autofécondations. Les perspectives de sélection par voie sexuée aboutissant à une production de semences commerciales sont brièvement discutées.

INTRODUCTION

Dans la première partie de ce travail (FOURY, 1967) nous avons étudié la biologie du capitule et de la fleur, montré que l'allogamie prédominante dans la nature est due à la protandrie, et que l'on peut réaliser artificiellement des autofécondations ou des croisements sans castration préalable.

Dans cette deuxième et dernière partie, nous caractériserons les descendances obtenues par ces deux méthodes et nous verrons comment les résultats obtenus peuvent servir de base à l'établissement d'un programme de sélection par voie sexuée.

I. — MATÉRIEL ET MÉTHODES

1. *Les géniteurs*

Les 16 géniteurs utilisés peuvent être classés en 5 groupes principaux :

a) *Variétés italiennes.*

- *Liscio Sardo precossissimo :* désigné dans le texte par *LSP.*
- *Ogni mese :* désigné par *OM.*
- *Romanesco :* comprenant trois origines { *Castellamare* désigné par *CAS.* ; *Campagnano* désigné par *CAM.* ; *Empolese* désigné par *EM.*
- *Precoce di Jesi :* désigné par *PJ.*
- *Violetto di Toscana :* désigné par *VT.*

Ces variétés aimablement fournies par le professeur MOSCHINI (Institut d'Horticulture de l'Université de Pise) ont été décrites par R. BARBIERI (1961).

b) *Variété espagnole.*

Un seul type de *Tudela,* désigné par *Eb* a été utilisé ; il a été collecté dans le delta de l'Ebro, grâce à l'amabilité du professeur CASALLO.

c) *Variétés françaises.*

- *Violet de Provence* désigné dans le texte par *VP* et ses deux mutants *Pastel* (*R 72*) et *Violet du Gapeau* (*VG*).
- *Blanc hyérois* désigné par *BH.*
- *Camus de Bretagne* désigné par *CB.*

d) *Cardon.*

Deux variétés commerciales ont été utilisées : *Plein inerme* et *Puvis.*

e) *Artichaut « sauvage » désigné par* CYN.

Quelques plantes, les unes inermes, les autres très épineuses, appartenant sûrement au genre *Cynara,* mais d'espèce non déterminée, ont été collectées dans des populations subspontanées des régions d'Estartit et de Vinaroz (Espagne).

Origines et nombre des descendances étudiées	*OM*	*LSP*	*PJ*	*Romanesco*	*VT*	*VP*	*R 72*	*VG*	*CB*	*BH*	*Eb*	*Cyn* et Cardons
Cyn	1		1	2		1			2	2		4
Eb	1			3	2	2			2		1	
BH					1	1			1			
CB		1		1	1	2	1	2	3			
VG			2	1	1		1	2				
R 72		1										
VP	2			2	5	2						
VT				2	1							
Romanesco	1	1		16								
PJ	1	2	4									
LSP		1										
OM												

2. *Les descendances*

Le tableau de la page précédente, indique les combinaisons réalisées.

Pour simplifier la présentation, ce tableau ne tient pas compte du sens des croisements. Les caractères observés sur les clones d'une même variété étant très proches, nous avons assimilé les croisements entre clones à des I_1. Nous avons donc observé séparément 52 F, et 34 I, ou S_1 assimilées à des I_1, soit au total 4 700 plantes.

En 1966, nous avons retenu 192 plantes sur 3 284 ; chacune d'elles a été fragmentée en 5 et le clone obtenu a été observé en 1967. Nous avons retenu 50 plantes parmi les 1 422 observées pour la première fois en 1967, leur multiplication est en cours.

3. *Conduite de la culture*

Le semis est effectué fin août en godets de tourbe compressée. Les jeunes plants sont mis en place courant septembre afin que la montaison se produise en mai-juin de l'année suivante ; les souches retenues sont éclatées vers le 15 août.

4. *Notations*

Au champ, les notations suivantes sont effectuées, plante par plante :

- plante : vigueur, présence d'épines sur les feuilles ou spinosité, accidents divers (virose, verticilliose, attaque de noctuelles, etc.) ;
- capitule de premier ordre : dates de montaison et de récolte, forme générale ; divergence, forme, couleur et spinosité des bractées ;
- nombre total de capitules.

Les capitules aînés (1er ordre) des plantes retenues sont examinés au laboratoire. Après section longitudinale, les caractères suivants sont notés :

- stade de développement : exprimé par la longueur en mm des fleurs centrales ;
- poids, diamètre, hauteur ;
- forme de la bractée située au 3e rang d'une des spires génératrices ;
- épaisseur, diamètre, poids et courbure du réceptacle ;
- fibrosité et saveur des parties comestibles.

Les capitules d'ordre supérieur non utilisés pour les hybridations sont pesés.

Une photo ou un dessin à l'échelle complète la fiche descriptive.

La deuxième année, des observations identiques sont effectuées sur le clone de 5 plantes.

II. — RÉSULTATS

Les différents caractères observés, dans des conditions comparables, sur les parents, les I_1 et les F_1 seront présentés successivement. L'étude de la ramification et du capitule des hybrides Artichaut × Cardon (ou *Cyn.*) sera abordée dans un chapitre particulier, compte tenu du but que nous lui avions assigné.

1. *Vigueur et port*

Les plantes issues de graines obtenues par autofécondation sont souvent peu vigoureuses au début de leur végétation. Ceci a déjà été signalé par S. PORCELLI (1967). L'intensité du phénomène varie nettement avec le parent utilisé ; ainsi, les I_1 de *PJ* accusent une très nette baisse de vigueur. Toutefois, l'effet dépressif peut

s'estomper partiellement ensuite. La comparaison des clones obtenus par fragmentation de plantes I_1 à leur parent respectif montre que la diminution de vigueur est souvent assez peu importante.

La rosette dressée et volumineuse de *CB* et *VT* se retrouve fréquemment dans leur F_1. Les plantes basses, étalées, à hampe très courte, sont plus nombreuses dans les descendances de *Romanesco* que dans n'importe quelle autre.

2. *Spinosité des feuilles*

Les denticulations des feuilles entières sont, surtout à la base du limbe, fréquemment terminées par de fines épines. Le sommet des lobes principaux des feuilles pennatipartites et, dans une moindre mesure, celui des lobes secondaires peuvent être armés. Le fond du sinus, dont la marge est repliée sur la face inférieure du limbe, porte souvent un groupe de 2 ou 3 épines assez fortes.

Selon l'importance de la spinosité on distingue :

— les variétés dites *inermes*, ne possédant que quelques petites épines molles, brunâtres ou jaunâtres. Tous les géniteurs utilisés font partie de ce groupe ;

— les variétés épineuses dont *Spinoso-Sardo* est le type, présentant de nombreuses épines longues et dures. Dans ce cas, la forte spinosité de l'involucre accompagne celle de la feuille.

Le milieu modifie profondément l'intensité de la spinosité particulièrement chez les cultivars inermes.

a) *Observations des descendances.*

Les descendances de cultivars inermes comportent assez peu de plantes épineuses ; nous en avons observé 273 sur 2 713 soit environ 13 p. 100. Ce taux varie nettement selon les géniteurs mais seules I_1 de *BH* et *PJ* sont entièrement inermes.

Sur une collection de variétés italiennes plus étendue que la nôtre, G. T. Scarascia-Mugnozza (1967) a noté que l'absence d'épine paraît dominante.

b) *Observations des descendances de* Cynara sp.

Des autofécondations d'une plante de *Cynara épineux*, d'une plante de *Cynara inerme* et des croisements entre ces deux plantes ont été réalisées en 1966. Les descendances examinées durant l'été 1967 donnent la répartition mentionnée dans le tableau 1.

TABLEAU 1

Effectifs des plants inermes et épineux des descendances I_1
Cynara inerme, Cynara épineux *et de la F_1* inerme × épineux

Descendances	Nb. plants inermes	Nb. plants épineux	Disjonction la plus probable
I_1 *Cyn. inerme*	54	30	9 : 7
I_1 *Cyn. épineux*	0	66	0 : 1
F_1 *Cyn. inerme* × *Cyn. épineux* ...	43	40	1 : 1
F_1 *Cyn. épineux* × *Cyn. inerme* ...	30	30	1 : 1

Il a déjà été suggéré (POCHARD et *al.*, 1967) que la répartition 54 : 30 est compatible avec l'hypothèse de deux couples de gènes complémentaires dominants pour l'absence d'épine. La plante-mère inerme utilisée serait doublement hétérozygote *AaBb* ; la plante épineuse serait homozygote *AAbb* ou *aaBB*. Effectivement la disjonction 1 : 1 est observée pour les croisements inerme × épineux (*Bb* × *bb* ou *Aa* × *aa*).

3. *Précocité*

a) *Les parents.*

Après 3 années d'observations en culture printanière à Montfavet, ils peuvent être classés dans l'ordre suivant :

— Très précoces : *LSP, OM, Eb.*
— Précoces : *VP* et *PJ* accusant un retard d'environ 1 semaine sur *LSP.*
— Moyennement tardifs : *Romanesco* ayant un retard de 10 à 15 jours sur *LSP.*
— Tardifs : *BH, CB, VG* dont la récolte s'effectue généralement 12 à 18 jours après celle de *LSP.*
— Très tardifs : *VT* ayant un retard d'environ 3 semaines sur *LSP.*

Ce caractère variétal peut être masqué par les conditions de culture. En particulier, la durée et l'intensité des froids hivernaux, la protection des plantes par des haies brise-vent, modifient beaucoup la reprise de végétation au printemps et par conséquent l'époque de montaison. L'influence du choix des plants sur la montaison automnale de *VP* a été étudiée à plusieurs reprises à la Station de Montfavet et à Hyères (POCHARD et *al.*, 1963-1964). Dans cet ordre d'idée on peut signaler que *VT* très vigoureux en Italie reste chétif dans nos conditions, ce qui accentue sans doute sa tardivité.

TABLEAU 2

Classement de la précocité des I_1 des variétés Liscio Sardo precossissimo, Precoce di Jesi, Romanesco (Castellamare), Violet du Gapeau *et* Camus de Bretagne
Résultats 1966 exprimés en nombre de plantes par classe de précocité

Descendances	Précocité					
	Très précoces montés le 1-4-66	Précoces montés vers le 12-4-66	Mi-tardifs montés vers le 24-4-66	Tardifs montés vers le 6-5-66	Très tardifs montés le 16-5-66	Total
LSP (I_1)	46	36	3	1	1	87
PJ (I_1)	0	103	18	3	3	127
CAS (I_1)	0	36	19	19	18	92
VG (I_1)	0	2	7	14	10	33
CB (I_1).....	0	3	14	15	11	43

b) *Descendances issues d'autofécondation.*

La montaison de 5 descendances a été observée plante par plante entre le 1er avril et le 16 mai 1966 ; nous avons déterminé 5 classes de précocité, selon la date d'apparition (stade A) du capitule aîné (voir tabl. 2). L'analyse d'homogénéité de ces échantillons par le test 2 î (ARBONNIER, 1967) montre l'existence de différences entre les descendances qui peuvent être classées dans l'ordre de précocité décroissante :

$$LSP > PJ > CAS > VG = CB$$

En 1967, le même travail a été fait sur des descendances de *VT*, *VP* et *CB* (voir tabl. 3) : la I_1 de *CB* est plus tardive que celles de *VT* et *VP* non différentes entre elles. La précocité des I_1 de ces derniers cultivars semble se situer entre celles des I_1 de *PJ* et de *CAS*.

TABLEAU 3

Classement de la précocité des I_1 de Violetto di Toscana, Violet de Provence *et* Camus de Bretagne

Résultats 1967 exprimés en nombre de plantes par classe de précocité

Descendances	Précocité					
	Très précoces montés le 13-5-67	Précoces montés le 21-5-67	Mi-tardifs montés vers le 30-5-67	Tardifs montés le 8-6-67	Très tardifs montés le 16-6-67	Total
VT (I_1)	1	8	9	6	1	25
VP (I_1)	2	10	21	12	3	48
CB (I_1).....	0	1	10	29	5	45

Les I_1 de *Eb* seraient au moins aussi hâtives que celles de *LSP*, mais le nombre encore insuffisant d'observations ne permet pas de l'affirmer.

c) *Descendances issues de croisements.*

Les F_1 tardifs × tardifs sont généralement tardives, de même que les précoces × précoces sont hâtives ; cependant les F_1 de *VT* sont plus précoces que prévu.

Les descendances des croisements entre cultivars de précocité moyenne sont très difficiles à classer. Les F_1 issues de croisements entre précoces et tardifs, par exemple *LSP* × *CB* ou *LSP* × *CAS* sont plus proches du parent précoce ainsi que le montre la figure 1.

D'autre part, nous disposions en 1966 de deux croisements avec le mutant *Pastel R 72* du *Violet de Provence*. Cette variation est caractérisée par l'aspect très découpé et frisé du feuillage, la coloration diffuse du capitule, la très grande tardivité : plantés en juin, les œilletons ne montent pas à l'automne alors que *VP* normal est récolté à partir de septembre.

Dans deux F_1 (*CB* × *R 72* et *VG* × *R 72*) nous avons repéré précocement des plantes normales et des plantes à feuilles *Pastel* ; le tableau 4 schématise le déroule-

ment de la récolte de ces deux types. L'analyse des résultats (test 2 î) montre que les « *Pastel* » sont beaucoup plus tardifs ; les plantes non montées le 16-5 sont environ 4 fois plus nombreuses pour le type « *Pastel* » que pour le type normal.

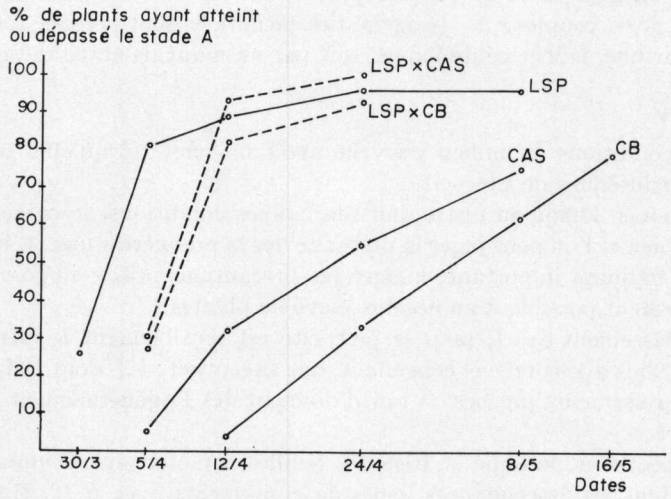

FIG. 1. — *Précocité de deux F1 précoce × tardif* : —— *Parents*, – – – *F1*

TABLEAU 4

Comparaison de la précocité des types Pastel *et* non Pastel
dans les descendances des croisements Violet du Gapeau × R 72 *et* Camus de Bretagne × R 72.
Résultats exprimés en nombre de plantes par classe de précocité 1966

Croisements et types de plantes		Précocité						
		Très précoces montés le 5-4-66	Précoces montés le 12-4-66	Mi-tardifs montés le 26-4-66	Tardifs montés le 8-5-66	Très tardifs montés le 16-5-66	Non montés le 16-5-66	Total
VG × *R 72*	*Pastel*	0	0	0	2	3	5	10
	non *Pastel*	2	3	4	8	3	2	22
CB × *R 72*	*Pastel*	0	2	3	6	4	5	20
	non *Pastel*	4	15	8	4	1	2	34

d) *Comparaison des notations de précocité sur plantes issues de semis et sur les clones qui en dérivent.*

La précocité moyenne de l'ensemble du matériel observé est à peu près identique en 1966 et 1967. Par contre, à l'abri des haies brise-vent, la montaison peut être

hâtée d'une dizaine de jours. La comparaison de plantes ayant subi la même influence de la haie permet de constater une corrélation positive significative entre les dates de récoltes 1966 (notées sur une plante) et celles de 1967 (moyenne des 5 plantes du clone). Pour un groupe de 48 couples plantes-mères/clones $r = + 0{,}532$, pour un autre groupe de 61 couples $r = + 0{,}677$. Les exceptions sont presque toujours explicables soit par une déficience de l'apex, soit par un mauvais état sanitaire.

e) *Conclusions.*

— Les conditions de milieu peuvent avoir un effet tel qu'elles masquent les caractères intrinsèques de précocité.

— Toutefois, lorsqu'on opère dans de bonnes conditions, le caractère variétal s'extériorise bien et l'on peut juger la précocité dès la première année. L'hétérogénéité intraclonale, toujours importante malgré les précautions prises, impose de disposer le plus rapidement possible d'un nombre élevé de plantes.

— Le classement des I_1 pour la précocité est sensiblement le même que celui des parents. Nous avons relevé, cependant, une exception : *VT* dont la I_1 est précoce.

— Les croisements précoce × tardif donnent des F_1 généralement plus proches du parent précoce.

— L'aspect très découpé et frisé des feuilles caractérisant le mutant « *Pastel* » se retrouve dans les descendances issues de croisements avec *R 72*. Il est lié à une grande tardivité, ce qui confirme les travaux de E. POCHARD (1964), démontrant, pour *VP*, la liaison entre indentation des feuilles, vitesse d'élongation de la tige, et rythme de développement.

4. *Ramification de la hampe florale*

a) *Les parents.*

Le caractère varie beaucoup avec les conditions culturales et sanitaires, mais les potentialités des divers génotypes sont très différentes. Dans nos conditions et au printemps le comptage du nombre de capitules par plante permet d'établir le classement suivant :

très peu ramifié	*CB* (1,75)
peu ramifié.....	*LSP* (2,50) *BH* (3,00) *OM* (3,25)
assez ramifié	*Eb*, *VP* (3,50 à 4,00)
très ramifié	*Romanesco*, *PJ* (5,00 à 7,00) et *VT* (7,00)

b) *Les descendances issues d'autofécondation.*

Étant donné leur potentiel exceptionnel, d'ailleurs assez mal extériorisé dans notre région, nous avons surtout étudié les *Romanesco*. La moyenne de la I_1 est nettement inférieure à celle du parent (3,83 capitules contre 6,65), la plupart des individus étant très nettement moins ramifiés (voir tabl. 5). On peut cependant trouver quelques rares individus aussi productifs que les *Romanesco*.

Pour l'ensemble des cultivars étudiés (*LSP*, *VP*, *VT*, *CB*, *PJ*, *VG*, *BH*, *Romanesco*) le coefficient de régression I_1/parents, nettement inférieur à l'unité, traduit la perte de ramification après une seule autofécondation. La liaison entre les deux générations est toutefois assez lâche (coefficient de régression à la limite de la significa-

tion) car la perte de ramification peut être moins importante pour certaines I_1 issues de cultivars peu ramifiés, *LSP* par exemple. Les meilleurs géniteurs pour le caractère ramifié semblent être *VT*, *Romanesco* et *PJ*.

La liaison entre la ramification d'un individu I_1 et celle du clone qui en est issu est bonne.

TABLEAU 5

Comparaison de la ramification de la variété Romanesco (les trois origines confondues) *et de sa* I_1 (nombre de plants ayant produit : 1, 2, 3... 11 capitules)

Populations	Ramifications											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Nombre total de plantes
Romanesco	0	3	4	5	9	17	31	16	11	3	0	99
I_1	6	20	22	18	7	15	4	3	0	1	1	97

5. *Forme du capitule de premier ordre.*

Cette étude peut être abordée de deux manières. Après observation d'une collection importante de variétés, on peut définir un certain nombre de types de capitules puis placer les individus dans ces différentes catégories. On peut également caractériser les capitules par leurs dimensions : longueur et largeur. Le rapport longueur/largeur (L/l) varie avec l'âge, le milieu et la saison. Les types précédemment définis sont nécessairement sujets à ces mêmes variations. Les conditions de culture et de récolte doivent donc être précisées pour chaque description.

a) *Les parents.*

La figure 2 schématise la forme du capitule de premier ordre des géniteurs récoltés à Montfavet au printemps 1966. Dans le classement, ci-dessous, les rapports L/l, donnés entre parenthèses, ont été établis sur des capitules dont les fleurs centrales atteignaient 5 mm de long.

Globuleux ..... *CB* (0,85) *Romanesco* (0,90), *PJ* (1,08)
Cylindriques, courts ..... *BH* (1,10)
ou allongés ..... *LSP* (1,20)
Ovoïdes ..... *Ebro* (1,25)
Tronconiques ..... *VT* (1,20), *VG* (1,30)
Coniques ..... *VT* (1,30)

Le capitule aîné des *Romanesco* peut être tronconique parce que comprimé par trois ailerons jusqu'au stade B. (Pour la détermination des stades, voir FOURY, 1967.) La forme de *Eb* est très variable sans doute parce que, le capitule évoluant très vite, elle est plus dépendante des conditions climatiques. D'une façon générale, les capitules sont plus allongés en culture d'automne ; *VP* et dans une moindre mesure *VG* sont alors coniques.

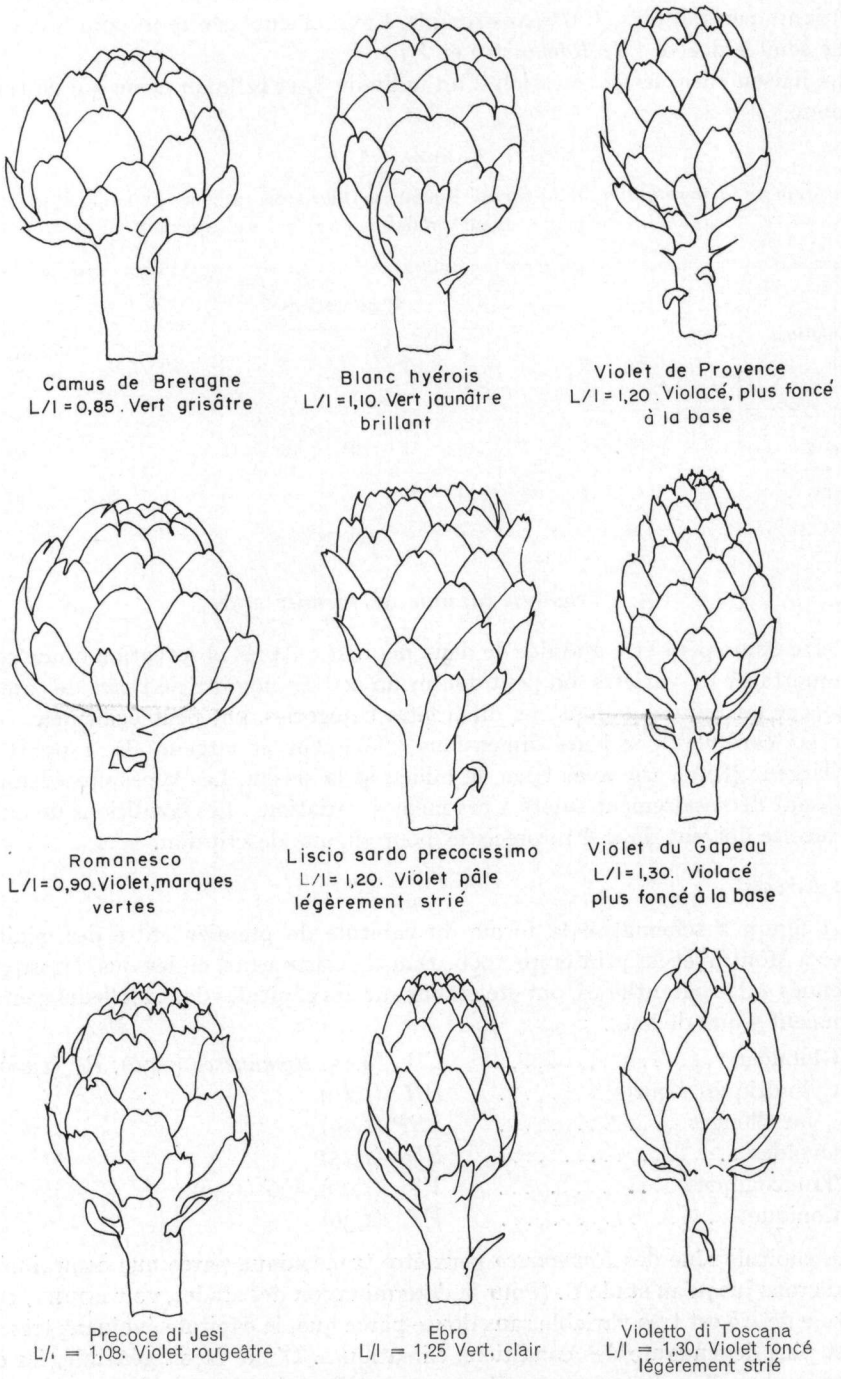

FIG. 2. — *Forme du capitule aîné des principaux cultivars utilisés comme géniteur*

TABLEAU 6

Les différentes formes de capitules des descendances I_1 de Camus de Bretagne, Romanesco, Precoce di Jesi, Liscio Sardo precossissimo, Violet de Provence, Violet du Gapeau *et* Violetto di Toscana

Résultats 1966 exprimés en pourcentage du nombre de plantes observées

Type I_1	Cultivars						
	CB *Romanesco* *PJ* globuleux			*LSP* cylindrique	*VP* *VG* tronconique		*VT* conique
Types parentaux : globuleux	*45*	*35*	*45*	0	0	0	0
Types parentaux : cylindrique	3	5	0	*50*	38	19	0
Types parentaux : tronconique	21	30	12	36	*27*	*35*	38
Types parentaux : conique	15	17	39	14	35	46	*72*
Type nouveau : aplati	16	13	4	0	0	0	0

N. B. le type le plus fréquent chez le parent est indiqué en chiffres italiques.

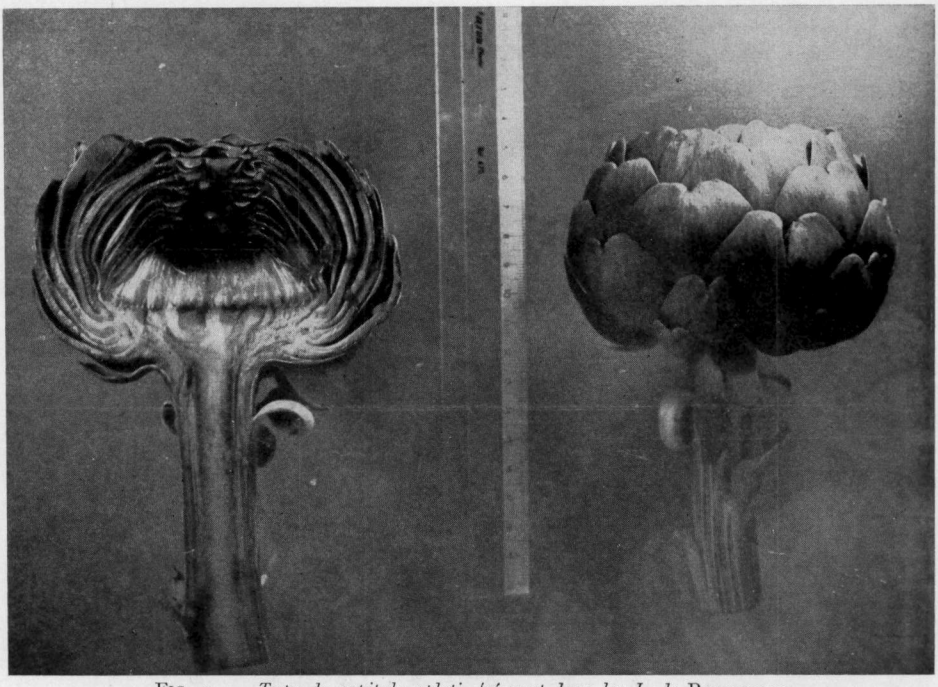

FIG. 3. — *Type de capitule aplati, fréquent dans les I_1 de* Romanesco

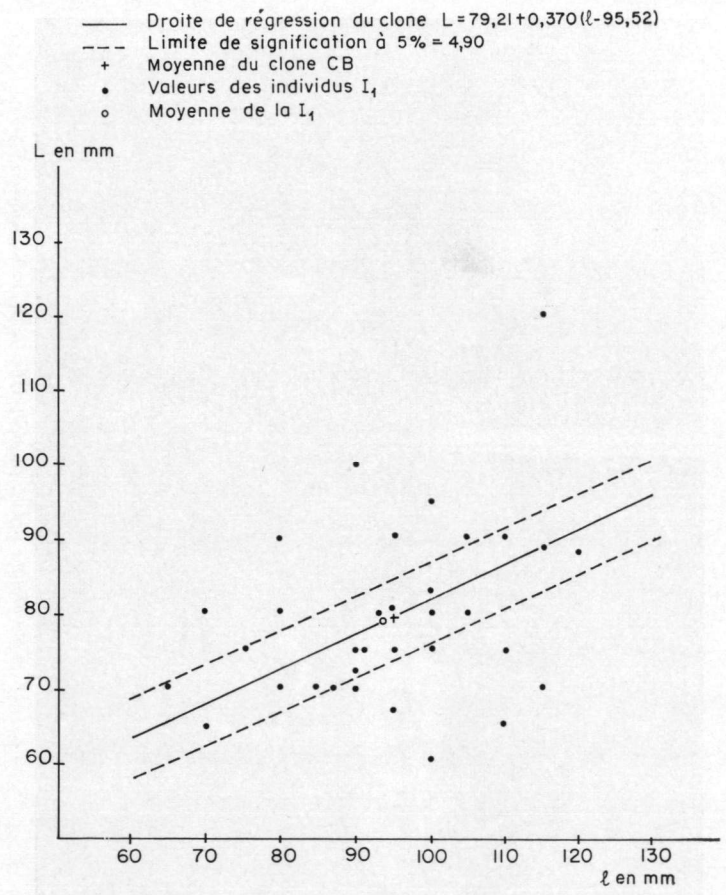

FIG. 4. — *Longueur* (L) *du capitule en fonction de sa largeur* (l) *chez* CB *et sa* I_1

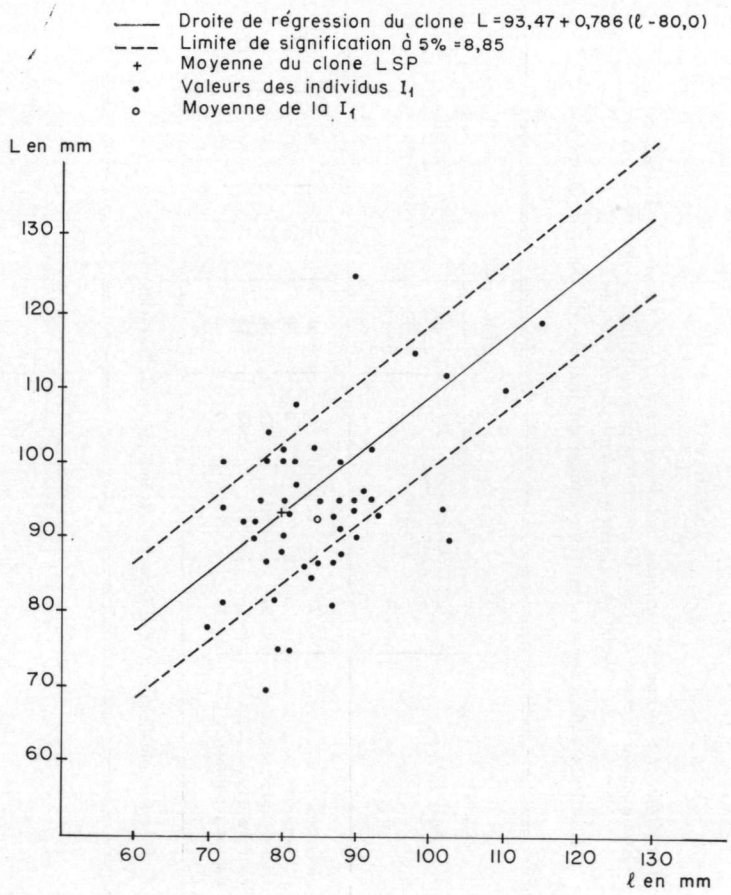

FIG. 5. — *Longueur* (L) *du capitule en fonction de sa largeur* (l) *chez* LSP *et sa* I_1

b) *Descendances issues d'autofécondation.*

Le tableau 6 montre que :

• Les I_1 de cultivars à capitules globuleux présentent les 4 types précédemment définis (ovoïdes, étant confondus avec tronconiques) et une forme nouvelle aplatie (voir fig. 3).

• Les I_1 de cultivars à capitules coniques ou tronconiques ne présentent pas de type globuleux ou aplati.

• Dans tous les cas, la forme parentale est la plus fréquente compte tenu, pour *VG* et *VP*, du fait que les formes coniques et tronconiques ne sont pas toujours aisément distinguables.

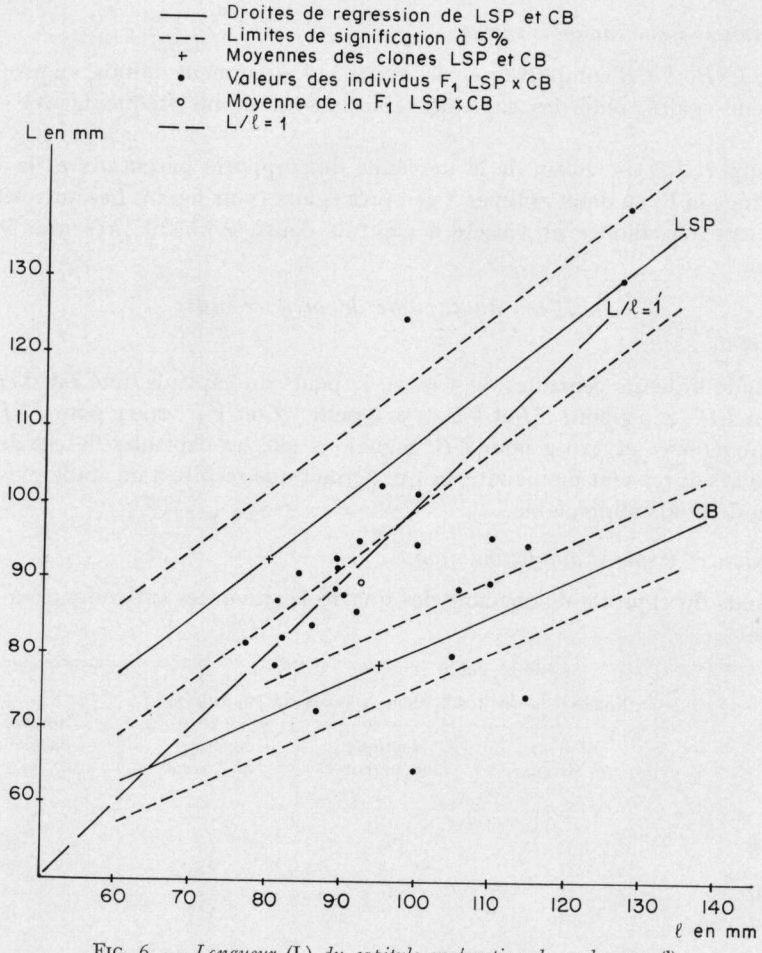

FIG. 6. — *Longueur* (L) *du capitule en fonction de sa largeur* (l) *chez* LSP, CB *et leur* F_1 LSP × CB

L'étude du rapport L/l permet d'établir des différences entre les I_1 de cultivars à capitules allongés (*LSP*) et courts (*CB*).

Les dimensions moyennes de la I_1 de *CB* sont très voisines de celles du cultivar.

Sur 33 individus observés, 8 possèdent des capitules plus allongés que *CB*, pour 4 d'entre eux le rapport L/l est supérieur à 1, ils sont coniques et épineux ; 7 possèdent des capitules plus courts que *CB*, 3 d'entre eux appartiennent au type aplati (voir fig. 4).

Les dimensions moyennes de la I_1 de *LSP* sont également très voisines de celles du cultivar (voir fig. 5) : sur 50 individus observés, 4 présentent des capitules plus allongés que ceux de *LSP*, 14 des capitules plus courts, mais aucun n'est globuleux ; la divergence très précoce des bractées leur donne avant même le stade de récolte un aspect cylindrique court : d'où leur présentation très défectueuse.

La comparaison des régressions L/l de ces deux descendances permet de dire qu'en moyenne les capitules de I_1 *LSP* sont plus allongés que ceux de I_1 *CB*.

c) *Descendances issues de croisements.*

La F_1 *LSP* × *CB* comporte tous les types précédemment définis, en proportions sensiblement égales, mais les capitules aplatis sont moins fréquents que dans la I_1 *CB*.

Le rapport L/l est voisin de la moyenne des rapports parentaux et la valeur 1 de L/l partage la F_1 en deux groupes à peu près égaux (voir fig. 6). Les autres F_1 entre variété à capitule allongé et variété à capitule court semblent présenter la même ségrégation.

6. *Poids du capitule de premier ordre*

a) *Les parents.*

Au stade 5 (fleurs centrales de 5 mm), le poids du capitule aîné est d'environ : 190 g, pour *EB* ; 220 g pour *PJ* et *VP* ; 250 g pour *VG* et *VT* ; 290 g pour *LSP* ; 310 g pour les *Romanesco* et 320 g pour *CB*. Signalons que les capitules de ces deux derniers cultivars durcissent moins vite, ce qui permet une récolte à un stade plus avancé et un gain de poids appréciable.

b) *Descendances issues d'autofécondation.*

Le poids du capitule de chacune des quatre I_1 suivantes est comparé à celui de leur parent.

I_1	Nombre de plantes I_1 dont le poids du capitule est :			Nombre total de plantes I_1
	inférieur au parent	identique au parent	supérieur au parent	
CB	12	24	8	44
Romanesco	11	44	25	80
LSP	10	16	22	48
PJ	0	3	42	45

Le capitule aîné des I_1 *PJ* est très généralement plus lourd que celui de *PJ*. Dans les I_1 de *Romanesco* et de *LSP*, on trouve encore un nombre important de plantes supérieures au parent pour le poids du capitule aîné, alors que les plantes I_1 de *CB* sont le plus souvent égales ou inférieures.

Notons que G.T. SCARASCIA-MUGNOZZA (1967) a constaté une réduction du volume des capitules chez les I_1.

c) *Les croisements.*

La moyenne de la F_1 *LSP* × *CB* (315 g au stade 5) est située entre celles des parents mais, du fait d'une importante variation intra-descendance, n'en diffère pas significativement. On peut estimer qu'environ 15 p. 100 des capitules F_1 sont plus lourds que ceux des parents *CB*.

Des résultats identiques ont été obtenus dans le croisement *PJ* × *VG*.

d) Comparaison du poids du capitule aîné des plantes issues de semis et des clones qui en dérivent.

Les poids des capitules aînés de 100 plantes issues de semis examinées en 1966 ont été comparés à ceux (récolte 1967) des clones constitués par la fragmentation de ces plantes. Il existe une corrélation positive significative ($r = + 0{,}660$) entre le poids du capitule des plantes issues de semis et celui du capitule des clones qui en dérivent. Dans 74 cas, le poids du capitule des clones est supérieur à celui des semis dont ils sont issus ; aussi la moyenne 1967 est légèrement supérieure à celle de 1966 (360 g contre 330 g). Ceci est probablement dû à la phase végétative plus longue et à une vigueur plus grande pour les clones que pour les semis correspondants.

e) *Conclusions.*

— La pesée des capitules des plantes issues de semis permet un choix relativement sûr dès la première année d'observation.

— Les chances d'amélioration, par autofécondation, seraient plus grandes chez les cultivars à petite capitules.

— La plupart des F_1 sont intermédiaires.

7. *Remarques sur les rendements des I_1 et F_1 retenues*

Le poids des capitules de 2e ordre ou ailerons est très variable mais se situe le plus souvent autour de 200 g. Les descendances de *Romanesco* semblent donner les plus jolis ailerons. Aucune appréciation exacte des rendements ne peut encore être donnée, ils oscilleraient entre 0,500 et 1,800 kg par plante pour les sélections de 1966.

Le progrès réalisé par rapport aux cultivars français semble net : rendements plus élevés que ceux du *Violet de Provence*, ramification plus importante que celle du *Camus de Bretagne*.

8. *Forme, implantation et divergence des bractées*

— La forme des bractées est assez difficile à déterminer notamment à cause de l'échancrure et de la courbure plus ou moins marquée des marges dans la zone distale. Toutefois, deux types sont aisément distinguables : arrondi (*CB, BH, Romanesco*) et triangulaire plus ou moins aigu (*VT, VP, VG, Eb, LSP*). L'échancrure très large et peu profonde donne un aspect trapézoïdal à la bractée de *PJ* (voir fig. 7).

• Les I_1 sont toujours très hétérogènes mais le type parental est le plus fréquent.

• Le type triangulaire semble le plus abondant dans les F_1 « triangulaire × arrondi ».

• *PJ* transmet sonvent aux descendances son échancrure caractéristique ; elle est même parfois accentuée en I_1.

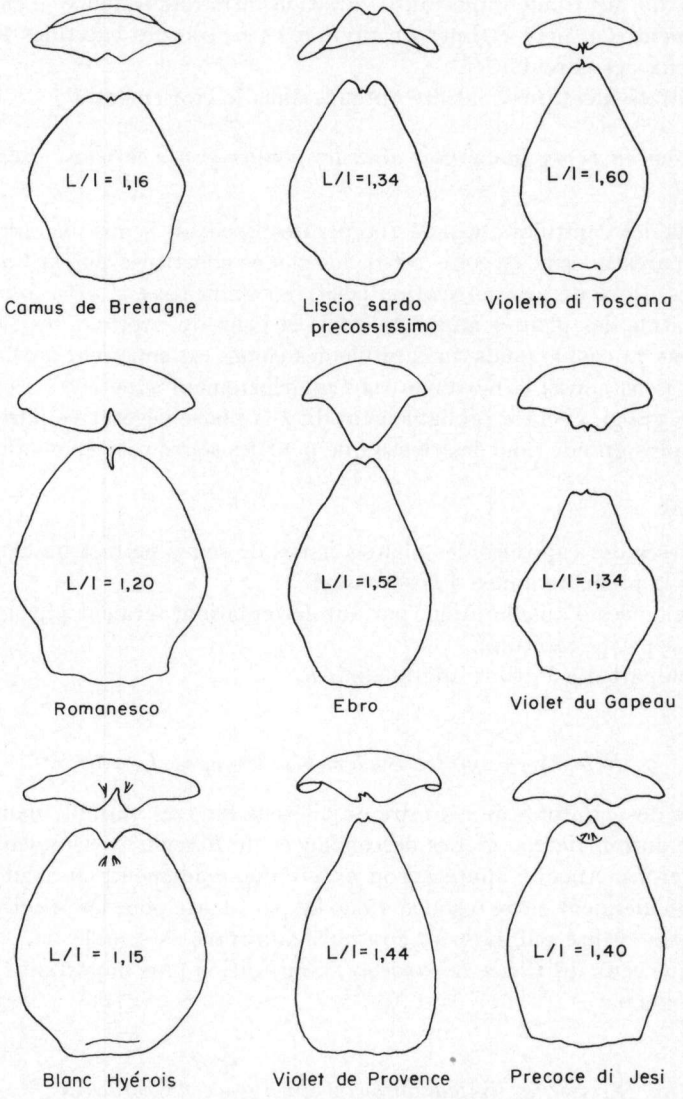

FIG. 7. — *Forme des bractées des principaux cultivars utilisés comme géniteurs* (printemps Montfavet échelle = 3/8 de vraie grandeur)

— L'implantation assez lâche des bractées et leur recouvrement incomplet peuvent ménager une ouverture au sommet du capitule. Lorsque cet orifice est assez grand, les fleurs centrales avortent ; le réceptacle se charge de chlorophylle et d'an-

thocyane et les pluies peuvent le faire pourrir. Ce défaut n'affecte que les *Romanesco* et *PJ :* il est accentué dans leur descendance, nous l'avons observé quelquefois dans les I_1 de *LSP* et *CB*.

— Le nombre réduit de bractées et la concavité exagérée de leur face interne font que certains capitules supportent mal les manipulations. Ils se déforment, puis les bractées externes se déchirent longitudinalement ; les I_1 de *Romanesco* et de *PJ* sont souvent affectées par ce défaut.

— Les bractées divergent de plus en plus au cours du temps. La sécheresse du sol et de l'air précipite cette évolution. Les bractées des cultivars « coniques » divergent plus rapidement que celles des variétés « globuleuses » ; les types « coniques » de leur I_1 et F_1 évoluent encore plus vite. C'est, pensons-nous, le principal obstacle à l'obtention de combinaisons intéressantes à partir de *VP*, *VT* et *Eb*. Les I_1 et F_1 de *VG* présentent très fréquemment des bractées retroussées.

9. *Coloration du capitule*

a) *Les parents.*

Les cultivars sont classiquement divisés en deux groupes, les « verts » ou « blancs » et les « violets ».

Dans notre région et au printemps, on peut les classer par coloration croissante.

$$\underbrace{BH,\ CB,\ Eb}_{\text{verts}} \qquad \underbrace{LSP\ \ VP,\ VG \qquad Romanesco \qquad VT,\ PJ}_{\text{violets}}$$

L'influence du milieu peut être importante ; les capitules d'automne sont plus colorés que ceux de printemps ; à plusieurs reprises, lors de montaisons hivernales sous châssis vitrés, nous avons observé des capitules de *VP* et *VG* pratiquement dépourvus d'anthocyane. Pour une même variété, à une époque déterminée, la pigmentation varie avec l'âge : elle décroît pour *VP ;* au contraire le capitule de *CB*, d'abord vert grisâtre, devient roussâtre à la floraison.

b) *Descendances issues d'autofécondation.*

La coloration des capitules I_1 est très variable et dans un but de simplification nous les avons classés en « colorés » et « verts ».

Les observations faites sur les I_1 de cultivars *violets* sont consignées ci-dessus ; la disjonction 3 colorés-1 vert peut être admise. Le caractère pourrait être monofactoriel : *A*, producteur d'anthocyane, dominerait *a* et les cultivars étudiés seraient hétérozygotes.

Pour *CB*, la disjonction la plus vraisemblable est 1 violet : 3 verts ; le cultivar étant non coloré on peut émettre l'hypothèse de la présence d'un répresseur *R* à l'état hétérozygote à côté de *AA*.

E. Pochard a observé, il y a quelques années, plusieurs descendances de *BH* : tous leurs capitules étaient verts.

c) *Les croisements.*

Les observations effectuées sont consignées dans le tableau 8. Elles confirment, dans l'ensemble, les hypothèses avancées après l'étude des I_1 pour *CB* et les cultivars *violets*. Elles permettent de penser que *BH* est homozygote récessif pour le producteur d'anthocyane et le répresseur.

TABLEAU 7

Disjonction pour la couleur du capitule des I_1 des variétés Romanesco, Precoce di Jesi, Violetto di Toscana, Violet de Provence, Violet du Gapeau, Liscio Sardo precossissimo, Camus de Bretagne

I_1	Nombre de colorés observés	Nombre de verts observés	Disjonctions proposées	χ^2	Probabilités
Romanesco	223	61	3 : 1	1,877	entre 0,20 et 0,10
PJ	62	17	3 : 1	0,527	entre 0,50 et 0,30
VT	14	3	3 : 1	0,489	$\simeq$ 0,50
VP	28	7	3 : 1	0,553	entre 0,50 et 0,30
VG	16	9	3 : 1	1,310	entre 0,30 et 0,20
LSP	50	22	3 : 1	0,500	$\simeq$ 0,50
CB	18	41	3 : 1	0,843	entre 0,50 et 0,30

TABLEAU 8

Disjonction pour la couleur du capitule en F_1

F_1	Disjonctions attendues	Nombre de colorés observés	Nombre de verts observés	χ^2	Probabilités
Violets × violets .	3 : 1				
LSP × *VP*.....		15	10	2,344	entre 0,20 et 0,10
LSP × *CAS*.....		63	13	3,320	entre 0,10 et 0,05
VP × *CAS*.....		21	5	0,307	entre 0,70 et 0,50
Violets × *CB*	1 : 1				
CB × *VP*		73	80	0,320	entre 0,70 et 0,50
CB × *LSP*		21	14	1,458	entre 0,30 et 0,20
CB × *VT*		25	24	0,021	entre 0,90 et 0,80
CB × *Romanesco*.		55	40	2,428	$\simeq$ 0,10
Violets × *BH*....	1 : 1				
BH × *BT*		11	14	0,364	entre 0,70 et 0,50

Eb, quoique faiblement coloré ou vert, donne des F_1 apparemment semblables à *VP*.

d) *Conclusions.*

La coloration des bractées pourrait être commandée par un facteur producteur d'anthocyane et un gène répresseur ; les géniteurs utilisés auraient les formules suivantes :

BH ..... *aa rr*
CB ..... *AA Rr*
Cultivars *violets* ..... *AA Rr*

Ce système est sans doute complété par des gènes d'intensité et de répartition ; l'aspect des descendances est en effet beaucoup plus variable que ne le laisserait supposer le schéma ci-dessus. Les bractées des F_1 et I_1 de *Romanesco* sont fréquemment striées ou panachées, celles de *PJ* présentent souvent une lunule privée d'anthocyane autour de l'échancrure. Chez environ 8 p. 100 des individus I_1 de *PJ* et de *Romanesco*, l'anthocyane dissimule presque complètement la chlorophylle des bractées. Quelques descendants, notamment de *CB* et *VT*, ont des capitules très brillants : il peut arriver qu'une pruine abondante recouvre les bractées ; nous l'avons observée sur une plante issue du croisement *Ogni Mese* × *Tudela*.

10. *Étude du réceptacle du capitule aîné*

D'un point de vue pratique, 4 caractères sont importants à considérer : la fibrosité, le diamètre, le poids et sa valeur exprimée en pourcentage du poids du capitule ; cette dernière valeur peut être assimilée à un rendement à l'usinage en conserverie. Leur étude est malaisée car ils varient notablement avec l'âge du capitule, et les mesures et manipulations préalables sont délicates à effectuer. Le réceptacle des capitules des cultivars « globuleux », est plus volumineux que celui des types « coniques ». Aussi est-il intéressant de comparer toutes les I_1 et F_1 retenues en 1966 à *CB* et *VP* qui représentent les limites inférieures et supérieures des cultivars français actuels.

a) *Fibrosité.*

Nous n'avons procédé à aucun contrôle systématique de la fibrosité des réceptacles, mais ceux des descendances de *Romanesco*, de *PJ*, et dans une certaine mesure de *Eb*, semblent plus tendres.

b) *Diamètre.*

On peut constater sur la figure 8 que le diamètre du réceptacle de *CB* s'accroît plus vite, dans les limites des stades observés, que celui de *VP*. Cet avantage est accentué par la lignification plus lente du réceptacle et la divergence tardive des bractées permettant la récolte à un âge plus avancé.

Des 187 individus retenus, 100 doivent être considérés comme identiques à *CB*, 19 identiques à *VP* et 62 intermédiaires ; les individus sortant de ces limites sont très rares : 6 sont supérieurs à *CB*, 2 inférieurs à *VP*. En général les réceptacles les plus larges se trouvent dans les I_1 ou F_1 de *Romanesco* et de *CB*, les plus petits dans les descendances de *VP* et *VG*.

G. T. Scarascia-Mugnozza (1967) a constaté la réduction de la taille du réceptacle en I_1 ; ces observations, ainsi que celles relatives aux dimensions du capitule, sont en contradiction avec les nôtres.

c) *Poids.*

Comme attendu après l'étude du diamètre, on constate que le poids du réceptacle de *CB* croît plus vite que celui de *VP*, dans les limites des stades observés. Les valeurs des I_1 et F_1 sont plus dispersées que celles relatives au diamètre : 23 individus sont supérieurs à *CB* et 6 inférieurs à *VP*. Les réceptacles les plus lourds se trouvent dans les I_1 ou F_1 de *Romanesco CB* et *PJ*.

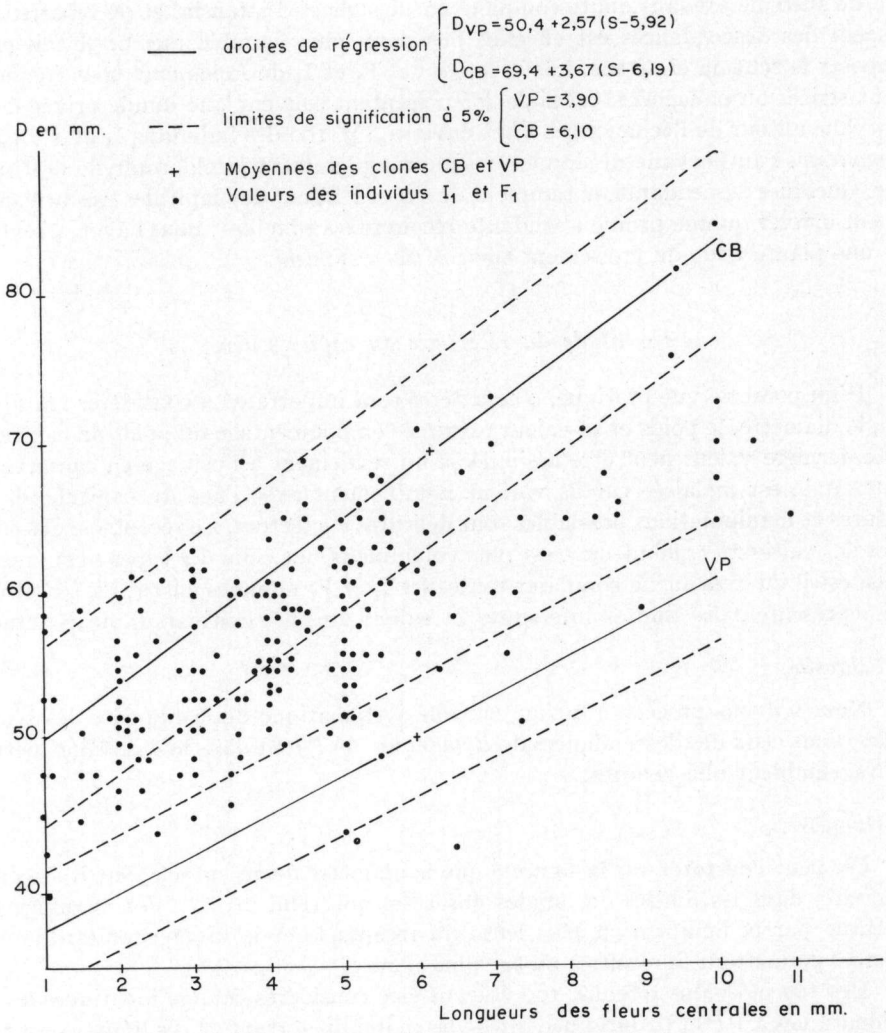

FIG. 8. — *Comparaison du diamètre* (D) *du réceptacle des* F_1 *et* I_1 *retenues avec ceux de* Camus de Bretagne (D_{CB}) *et de* Violet de Provence (D_{VP})

d) *Rendement à l'usinage.*

Très peu de descendances (14 sur 100 examinées) présentent un rendement à l'usinage égal ou supérieur à celui de *CB ;* 12 sont des F_1 de *Romanesco* deux des I_1 de *VG.* L'une de ces dernières est représentée figure 9. Le poids du réceptacle atteint 18 p. 100 de celui du capitule, son diamètre est normal : 50 mm, mais son épaisseur est exceptionnelle : 25 mm. Ceci est dû à l'augmentation du nombre de bractées et à l'allongement des entre-feuilles. Malheureusement, la forte fibrosité rend inutilisable ce type ; l'atrophie quasi générale des primordia floraux laisse peu d'espoir de l'améliorer.

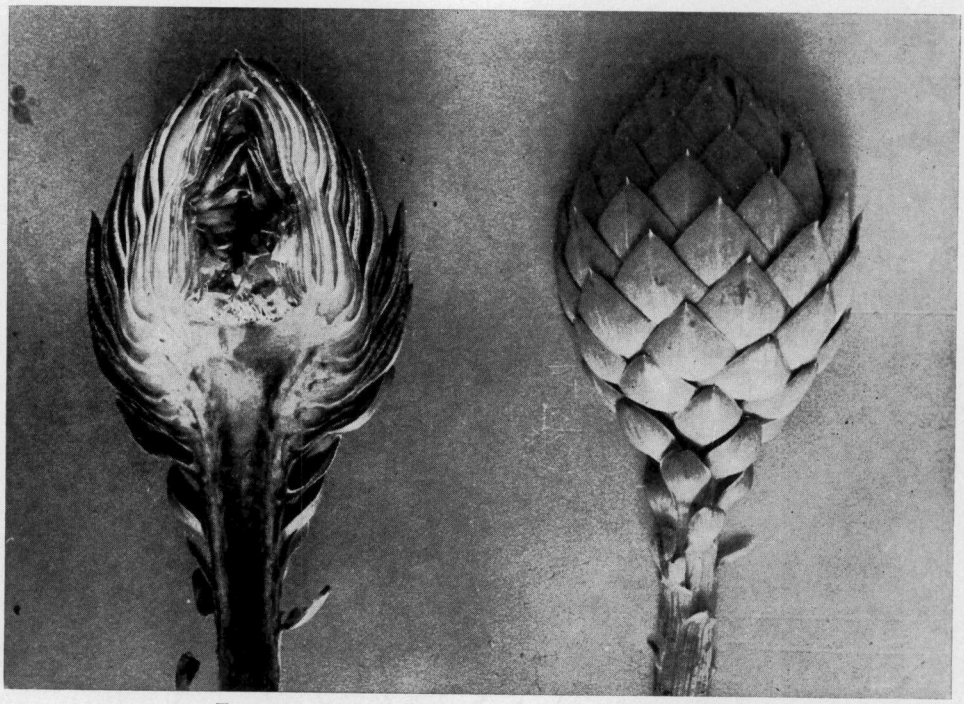

FIG. 9. — *Capitule d'une plante* I_1 *de* Violet du Gapeau, *dont le réceptacle est exceptionnellement développé*

e) *Conclusions.*

PJ serait un géniteur de choix pour l'amélioration du réceptacle aussi bien par ses qualités : diamètre raisonnable, poids absolu et relatif élevés, que par son aptitude à les transmettre à ses descendants. Toutefois, la richesse en tannins provoquant un noircissement rapide et accentué de toutes les surfaces coupées semble être un grave défaut pour la conserverie.

2. *Structure de l'inflorescence et aspect des capitules des hybrides Artichaut* × *Cardon ou* Cynara

La conserverie recherche des capitules à réceptacle moyen (40 à 70 mm de diamètre). Les cultivars français ne conviennent pas, mais nous avons vu qu'environ 2 p. 100 des individus F_1 ou I_1 répondaient à ces critères. Cependant, la conserverie ne peut offrir des prix aussi élevés que ceux pratiqués pour la consommation en frais. Or, les principales variétés cultivées actuellement en France ont une ramification assez faible ; les *Romanesco* et *Violetto di Toscana* produisent plus mais semblent assez mal adaptés à nos conditions culturales. Il est donc intéressant de rechercher, au moins pour l'industrie, des types très ramifiés. Mais nous avons constaté, pour l'Artichaut, une perte de ramification quasi générale en I_1 et peu d'amélioration perceptible en F_1. Il était donc tentant d'étudier, sous le double aspect ramification-qualité du capitule, les plantes issues de croisements Artichaut × *Cynara* ou Cardon.

Les 9 croisements signalés au début de l'article ont donné 350 plantes F_1. Trente et une d'entre elles ont été autofécondées (F_2), 8 ont servi à des croisements frères-sœurs, 14 ont été rétrocroisées avec le parent artichaut (B_1) et 1 avec *Cynara* (B_2). En 1967, quelques F_2 ont été autofécondées et les F_3 obtenues ont été observées en 1968.

a) *Structure de l'inflorescence.*

α) *Les parents* : Artichaut et *Cynara* ou Cardon

La cyme de capitules du Cardon ou de *Cynara* sp. est différente de celle de l'Artichaut (voir fig. 10).

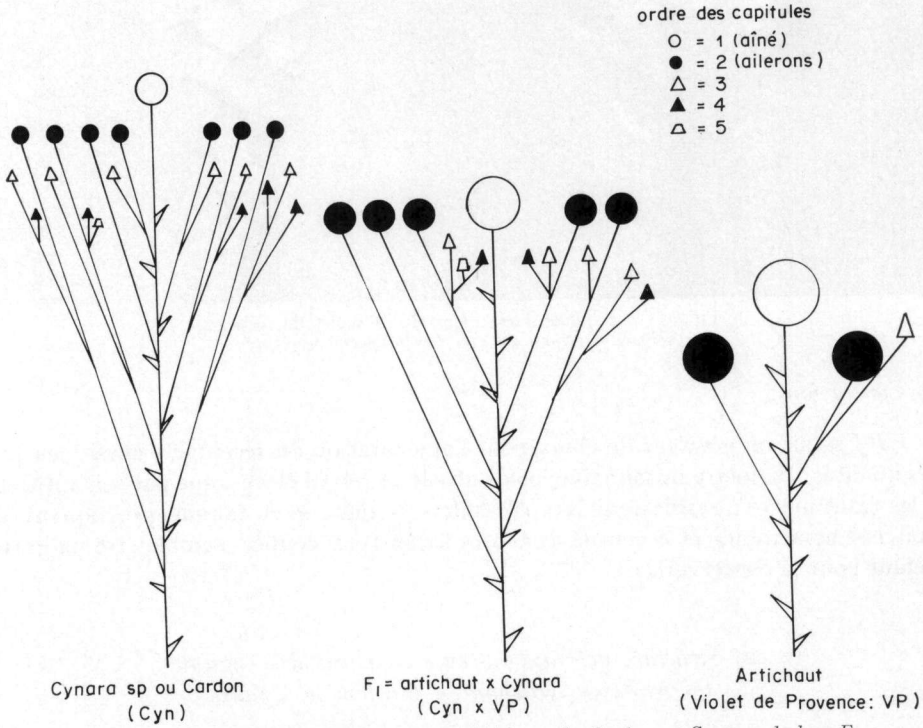

FIG. 10. — *Structure de l'inflorescence de l'Artichaut, du Cardon ou* Cynara, *de leur* F_1

• Sa taille est beaucoup plus élevée car les entre-nœuds sont plus longs.

• Dans nos conditions, elle groupe 18 à 20 capitules ; mais la ramification fluctue beaucoup d'une plante à l'autre.

• Presque tous les nœuds sont fertiles, alors que chez l'Artichaut, seuls les deux ou trois médians le sont.

• Les capitules de quatrième ordre sont fréquents ; ceux de cinquième ordre, bien que rares, sont généralement bien développés alors que chez l'Artichaut ils sont au mieux réduits à de minuscules ébauches.

β) *Les hybrides* F_1, leurs descendances obtenues par autofécondation (F_2 et F_3), les croisements frères-sœurs, et les croisements en retour (B_1 et B_2).

La figure 11 montre l'évolution de la ramification dans trois générations successives F_1 : *CAS* × *Cyn.*, F_2, F_3. La ramification des plantes prises comme parent correspond à peu près à la moyenne de leur génération.

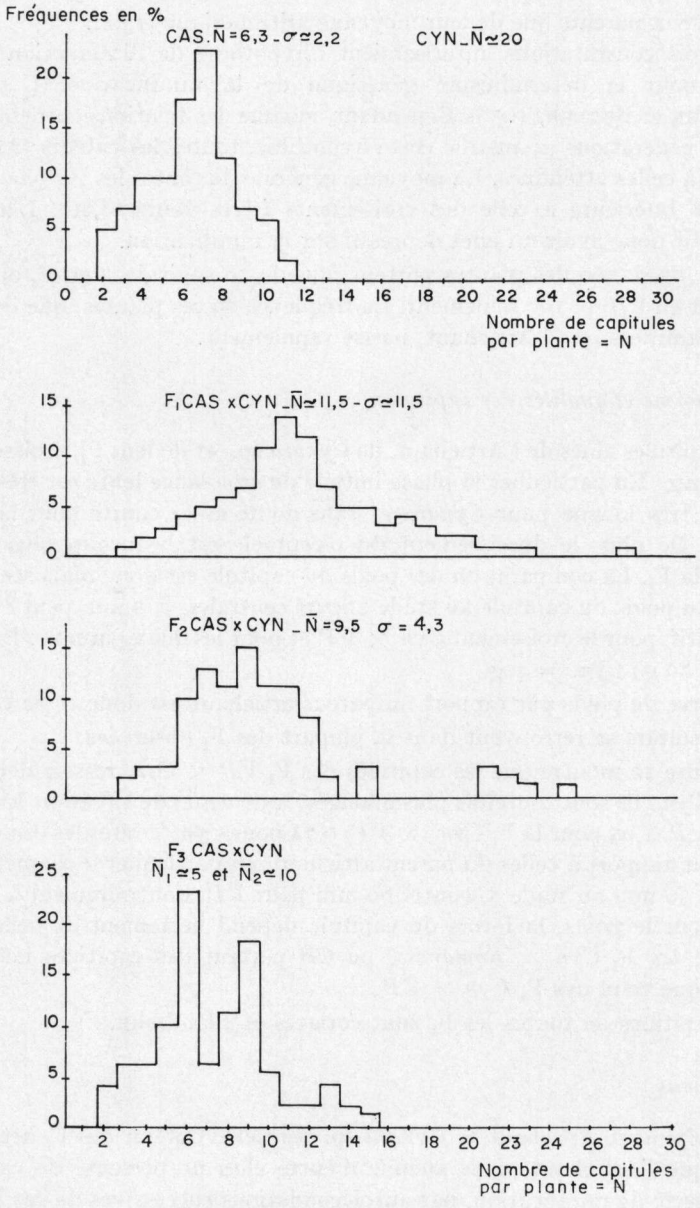

FIG. 11. — *Ramification de la hampe florale de* Romanesco (CAS), Cynara *sp.* (CYN), *des hybrides* F_1 CAS × CYN, *des* F_2 *et* F_3

(Les fréquences sont exprimées en p. 100 du nombre de plantes observées)

Les distributions de la F_3 et peut-être de la F_2 sont bimodales ; ceci peut indiquer la disjonction du caractère dans ces générations. Étant donnée l'hétérozygotie probable des parents pour le caractère ramification, la F_2 doit se comporter plutôt comme une F_3, et la disjonction apparaîtrait donc en F_3.

L'histogramme de la F_1 est assez nettement dissymétrique.

La moyenne de la F_1 ($m = 11{,}5$) est plus proche de la moyenne géométrique (11,2) des deux parents que de leur moyenne arithmétique (13,2).

Ces trois constatations autoriseraient l'hypothèse de l'intéraction de facteurs multiples pour le déterminisme génétique de la ramification. (EAST, 1910 ; MAC ARTHUR et BUTLER, 1938). Cependant, aucune des relations entre moyennes des différentes générations ne justifie cette hypothèse, toutes les valeurs trouvées étant inférieures à celles attendues. La moyenne générale de toutes les F_2 (6,90) est significativement inférieure à celle des croisements frères-sœurs (8,80). L'autofécondation pourrait donc avoir un effet dépressif sur la ramification.

En F_1, 85 p. 100 des plantes portent plus de 10 capitules ; en F_2 on en compte 15 p. 100 et en F_3 6 p. 100 seulement. La fréquence de ces plantes, que l'on peut estimer plus ramifiées que l'Artichaut, baisse rapidement.

b) *Poids, forme et qualités des capitules.*

Les capitules aînés de l'Artichaut, de *Cynara* sp., et de leur F_1, croissent de façon très différente. En particulier la phase initiale de croissance lente est très brève pour Artichaut, très longue pour *Cynara* et sans doute assez courte pour la F_1 *Cyn.* × Artichaut. De plus, le durcissement du réceptacle est beaucoup plus rapide pour *Cynara* et la F_1. La comparaison des poids du capitule est donc malaisée. L'ordre de grandeur du poids du capitule au stade : fleurs centrales = 5 mm peut être donné, à titre indicatif, pour le croisement *Cyn* × *VP* et pour les deux parents : *VP* = 200 g. ; F_1 *Cyn.* = 80 g ; *Cyn.* = 40g.

La perte de poids par rapport au parent artichaut est donc assez considérable.

Ces résultats se retrouvent dans la plupart des F_1 observées.

La figure 12 montre que les capitules des F_1 *VP* × *Cyn*, ressemblent beaucoup à ceux de *Cyn ;* ils sont toutefois plus allongés, les valeurs de L/l étant les suivantes : 1,20 pour *VP*, 1,05 pour la F_1 *Cyn.* × *VP*, 0,74 pour *Cyn.* Toutes les dimensions sont réduites par rapport à celles du parent artichaut, en particulier le diamètre n'atteint qu'environ 30 mm au stade 5, contre 80 mm pour *VP*. Contrairement à ce qui a été constaté pour le poids, la forme du capitule dépend nettement de celle du parent artichaut : les F_1 *Cyn.* × *Romanesco* ou *CB* portent des capitules nettement plus globuleux que ceux des F_1 *Cyn* × *VP*.

Les capitules de toutes les F_1 sont coriaces et filandreux.

c) *Conclusions.*

Le croisement Artichaut × *Cynara* sp. permet d'obtenir des F_1 nettement plus ramifiées que l'Artichaut, mais aucune d'entre elles ne présente de capitule utilisable. La perte de ramification, par autofécondations successives de ces F_1 est considérable. Le déterminisme génétique de la ramification n'a pu être précisé ; on peut supposer cependant que d'assez nombreux gènes sont en jeu. Dans l'avenir on s'effor-

cera donc d'accumuler chez *Cynara* sp. les gènes favorables à la ramification ; chez l'Artichaut, on recherchera les capitules les plus propres à l'industrie, avant de reprendre ce programme d'hybridation.

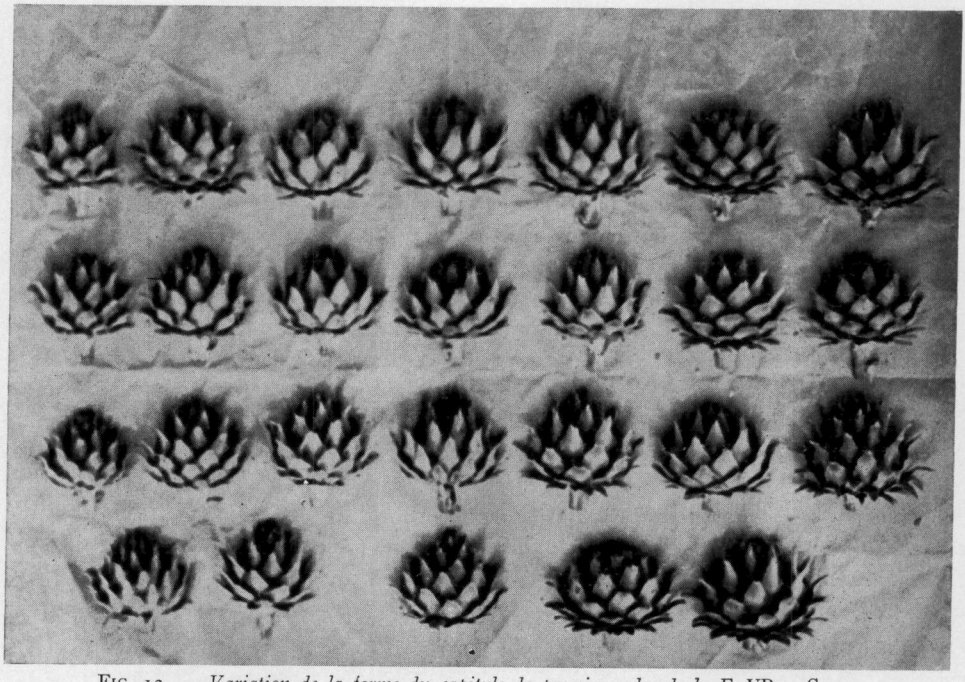

FIG. 12. — *Variation de la forme du capitule de premier ordre de la* F_1 VP × Cyn. (en haut et à gauche capitule de *Cyn.* sp.)

III. — DISCUSSIONS DE CES PREMIERS RÉSULTATS, CONSÉQUENCES POUR LES TRAVAUX DE SÉLECTION

1. *Hérédité des caractères, valeurs des géniteurs*

Les observations effectuées durant deux années consécutives sur des effectifs importants de nombreuses I_1 et F_1 donnent un aperçu de la variabilité de l'espèce. Les cultivars actuels sont, comme on pouvait le prévoir, très hétérozygotes. La richesse de formes des I_1 est tout à fait remarquable. Malheureusement, des défauts majeurs interdirent l'utilisation, après multiplication végétative, de la plupart d'entre elles.

La présentation du capitule est souvent très défectueuse : si le caractère commun des cultivars est la compacité, celui de la plupart de leurs I_1 est la divergence des bractées. Mais, contrairement à une opinion répandue, nous avons pu constater que ces capitules ne ressemblent jamais à ceux du Cardon ; la présence de ce dernier type implique des croisements entre les deux sous-espèces.

Les défauts de coloration sont également très fréquents parmi les I_1. Cependant, la présentation du capitule peut rivaliser avec celle des cultivars pour quelques individus I_1 : environ 8 p. 100 pour *Romanesco* et *Precoce di Jesi*, 5 p. 100 pour *Camus de Bretagne*, 2 p. 100 pour *Violet de Provence* et *Tudela* (*Eb*), 1 p. 100 pour *Blanc Hyérois*.

La ramification insuffisante de la hampe florale a été souvent notée.

Quelques cultivars possèdent une certaine aptitude à transmettre à leur descendance des caractères déterminés ; c'est le cas de *Romanesco* et *PJ* pour la qualité du capitule, de *LSP* pour la précocité, de *CB* et *VT* pour la vigueur. Mais les individus présentant une combinaison heureuse de tous les caractères favorables sont évidemment très rares, environ 0,5 p. 100 des plantes observées. La nécessité de recombinaison des caractères est donc évidente. Seules les plantes réunissant ces caractères en une combinaison heureuse peuvent, après comparaison avec les cultivars, donner naissance à des clones intéressants.

Ces observations ont permis d'apporter des précisions sur l'hérédité de quelques caractères : spinosité des feuilles commandée par deux couples de gènes complémentaires, coloration des bractées régie par un facteur de production d'anthocyane et un gène répresseur. Elles laissent surtout soupçonner la complexité du déterminisme génétique des principaux caractères intéressant le sélectionneur : précocité, ramification de la hampe florale, volume et forme du capitule. Elles ont également permis de mettre en évidence l'action importante du milieu.

Enfin, ces recherches indiquent clairement que l'amélioration de l'Artichaut par voie sexuée est possible au moins pour certains caractères.

2. *Méthodes de sélection*

L'hétérogénéité du matériel de départ, les possibilités de multiplication végétative, l'autofertilité permettent d'envisager deux méthodes d'amélioration, l'une visant à la création de clones nouveaux après une ou plusieurs hybridations, l'autre ayant pour but, comme pour les plantes autogames, l'obtention, par reproduction sexuée, de lignées ou d'hybrides F_1.

a) *Recherche de clones nouveaux après une ou plusieurs hybridations.*

Cette méthode, classique pour les espèces à multiplication végétative, a l'avantage d'être simple et théoriquement rapide. La disjonction de nombreux caractères en F_1, conséquence de l'hétérozygotie des parents, offre un grand nombre de combinaisons susceptibles de donner naissance à des clones. L'effet d'hétérosis est conservé.

Par contre, la complexité de l'hérédité des caractères quantitatifs nous oblige à opérer sur des effectifs importants : descendances nombreuses et nombreuses combinaisons. Ceci soulève bien des difficultés pratiques en raison de l'encombrement des plantes et de la durée du cycle. D'autre part, nous avons constaté la rareté des plantes F_1 ou I_1 unissant plusieurs caractères intéressants ; il est donc nécessaire de recourir au croisement entre plantes F_1 remarquables pour tel ou tel caractère. Ce choix à la génération suivante doit également porter sur des effectifs importants car la fréquence des combinaisons heureuses de caractères favorables reste nécessairement faible à ce niveau de sélection.

Cette méthode exige l'obtention rapide d'un matériel abondant pour l'expérimentation comparative et la vulgarisation. Or, l'exploitation du potentiel de multiplication végétative reste difficile, bien que les recherches actuelles permettent d'espérer un gain de temps appréciable.

Le praticien n'est pas libéré des sujétions de la multiplication végétative. La conservation du matériel pendant l'hiver, ou tout au moins la production de plants de qualité au moment voulu, est difficile dans certaines régions ; or, l'achat de plants augmente beaucoup les frais de culture. Le contrôle sanitaire, en particulier celui des maladies à virus et de la verticilliose, est actuellement très difficile à réaliser sur les jets successifs, le jet étant défini comme l'ensemble des *fragments contemporains* issu d'un même pied-mère.

b) *Obtention de lignées ou d'hybrides* F_1.

La reproduction de variétés par graines peut présenter un réel intérêt. Dans les zones à hiver rigoureux, des semis de printemps après vernalisation (PANTAZIS-ALEXANDROS A. ; GERAKIS, 1968 ; HARWOOD et MARKARIAN, 1968) où des semis effectués en octobre dans des godets placés en châssis froids permettraient une récolte automnale sans risque de gel des plantations, puisqu'ils supprimeraient la conservation hivernale du matériel au champ. Dans les zones de cultures traditionnelles à hiver doux, le semis pourrait faciliter la modification des techniques culturales et des époques de production. Enfin, pour le marché d'industrie, l'utilisation du semis pourrait concourir à l'abaissement du prix de revient.

On peut envisager soit l'obtention de lignées, soit la recherche d'hybrides F_1 commerciaux.

La réalisation de lignées semble présenter des difficultés majeures.

Tout d'abord, notre expérience actuelle ne nous permet pas de savoir si une perte de fertilité, déjà observée sur certaines lignées, n'interrompra pas prématurément la série d'autofécondations nécessaires. Nous ignorons également si la baisse de vigueur restera compatible avec les exigences culturales. Il est vrai que la multiplication végétative peut être utilisée avec profit. En effet, dès qu'une génération de rang quelconque est jugée satisfaisante, on peut multiplier la plante-mère pour constituer un clone porte-graine.

De plus, nous avons vu la nécessité de disposer de très nombreuses plantes de départ. Les pollinisations des plantes isolées devront fort probablement être exécutées à la main, ce qui demande des moyens en personnel assez considérables. Par contre, la production de graines commerciales ne devrait pas présenter de difficultés de cet ordre ; il suffira en effet d'établir un isolement efficace du champ grainier et d'utiliser des insectes pollinisateurs. Toutefois, ici surgit le difficile problème de la lutte contre les ravageurs du capitule : *Larinus scolymi* et *Terellia fusicornis*.

La recherche d'hybrides F_1 satisfaisants pose également de nombreux problèmes. L'obtention des lignées de départ se heurte aux mêmes difficultés que celles évoquées ci-dessus. Ces lignées devront être très nombreuses, mais une épreuve précoce d'aptitude à la combinaison permettrait sans doute d'écarter rapidement les moins satisfaisantes. La multiplication végétative peut être utilisée comme précédemment et écourter ainsi la série des autofécondations nécessaires à l'obtention des lignées.

Les particularités de la biologie florale : éclosion centripète des fleurons, protandrie et caractère entomophile de l'inflorescence, peuvent être mis à profit pour sim-

plifier la fabrication des semences commerciales. L'isolement des capitules de la lignée utilisée comme femelle, maintenu 4 ou 5 jours après l'éclosion des dernières fleurs, doit éviter leur castration ; il entraînera, par contre, la coulure des ovules périphériques, leurs stigmates n'étant plus réceptifs. Dans ces conditions, on ne peut guère obtenir plus de 70 p. 100 du taux normal de nouaison, soit au mieux 300 akènes pour un capitule de la taille de celui des *Romanesco* et *Camus*. Évidemment, la pollinisation sera effectuée par des insectes butineurs ; mais il sera nécessaire de disposer de plantes pollinisatrices en excès.

Ces considérations succinctes sont théoriques, et de nombreuses mises au point restent à faire.

Reçu pour publication en novembre 1968.

SUMMARY

STUDY OF THE FLORAL BIOLOGY OF THE ARTICHOKE (*CYNARA SCOLYMUS* L.)
WITH APPLICATION TO SELECTION
SECOND PART.—STUDY OF THE OFFSPRING OBTAINED BY CONTROLLED FERTILIZATION

In order to study the possibilities of propagating artichokes by seed and of establishing a basis for selection in using sexual process, observations were made of the offspring obtained both by self-fertilization and by crossing the most diffused varieties of Europe. We give an account of the observations made on the first-generation descendants (I_1 or F_1) of 9 cultivars : 5 Italian, 1 Spanish and 3 French.

Special attention was paid to the following characteristics : vigour, yield, spinosity of leaf, precocity, branching of the floral stem, weight, shape and the market qualities of the capitulum.

All the varieties under observation were very heterozygous : their I_1 show a wide range of forms. There can, however, be no confusion between the I_1 of the 9 cultivars. Some of these varieties seem particularly liable to transmit certain characteristics of practical value : thus the offspring of *Liscio Sardo precossissimo* are often early maturing, those of *Precoce di Jesi* and *Romanesco* produce numerous, richly branched stems with well-formed capitulum, while the descendants of *Camus de Bretagne* and *Violetta di Toscana* are usually vigorous.

We have been able to postulate a probable hypothesis on the genetic make-up of two characteristics : the spinosity of the foliage and the colouring of the bracts. The first appears to depend on two pairs of complementary dominant genes for the absence of thorns. The second seems to be governed by a dominant allele producing anthocyanin, and an equally dominant coloration inhibitor. Most of the other characteristics, however, appear to have a complex heredity. Study of the ramification of the floral stem in the Cardon × artichoke hybrids emphasizes this complexity : the hypothesis of additive genes and their interaction is not clearly proved by the experiment.

All the characteristics are very susceptible to environment, which makes their analysis all the more difficult.

Very few of the first generation offspring are of immediate use, but this study clearly shows the possibility of improving the artichoke by sexual means, at least in regard to some qualities.

The heterogeneity of the original material, the possibilities of vegetative propagation and self-fertilization enable the species to be improved by two different methods. One, the classic process for vegetatively propagated plants, aims at creating new clones after having combined the desired characteristics by one or two crosses. The other consists in obtaining pure lines or F_1 hybrids by sexual reproduction. The first method, in spite of difficulties connected with propagation from cuttings, should be easy to apply. The second is certainly more difficult and its results more remote and problematical. It is worth the effort, however, because of the advantages of propagating by seed in regions where winters are severe, and in order to reduce the cost price of crops intended for canning.

Both these methods need perfecting.

RIASSUNTO

STUDIO DELLA BIOLOGIA FIORALE DEL CARCIOFO (*CYNARA SCOLYMUS* L.)
APPLICAZIONE ALLA SELEZIONE.

II. — STUDIO DELLE DISCENDENZE OTTENUTE IN FECONDAZIONE CONTROLLATA

L'autore, al fine di porre le basi per una eventuale selezione del carciofo per via gamica, ha esaminato per alcuni anni presso la *Station d'Amélioration des plantes maraîchères de Montfavet* le discendenze ottenute, per autofecondazione o per incrocio, dalle varietà più diffuse in Europa.

Con la presenta nota si riferiscono le osservazioni effettuate sui discendenti di prima generazione (I_1 o F_1) di nove varietà di cui cinque italiane, una spagnola e tre francesi.

Sono stati esaminati in particolare i seguenti caratteri : vigore, portamento, spinosità delle foglie, precocità, ramificazione dello scapo fiorale e, sui capolini, peso, forma e caratteristiche commerciali.

Tutte le varietà hanno manifestato un notevole grado di eterozigosi ; le piante I_1 hanno presentato infatti una elevata variabilità anche se le differenze tra i discendenti delle diverse varietà sono risultate sempre evidenti.

Alcune delle varietà esaminate sono apparse dotate di particolare attitudine a trasmettere uno o piu caratteri di interesse pratico. I discendenti di *Liscio Sardo precossissimo* sono risultati infatti molto precoci mentre quelli di *Precoce di Jesi* e di *Romanesco* hanno presentato, con notevole frequenza, una elevate ramificazione e capolini ben conformati ; i discendenti di *Camus de Bretagne* et di *Violetto di Toscana* sono apparsi infine particolarmente vigorosi.

Soltanto per due tra i caratteri esaminati è stato possibile stabilire il meccanismo genetico con il quale si trasmettono : spinosità delle foglie e colorazione delle brattee. Il primo è regolato da una coppia di geni complementari dominanti per l'assenza di spine ; il secondo è determinato invece da un allele dominante e da un inibitore, anch'esso dominante.

La maggior parte degli altri caratteri di interesse pratico hanno manifestato un meccanismo ereditario assai complesso. L'esame della ramificazione dello scapo fiorale degli ibridi tra cardo e carciofo ha messo in evidenza questa complessità : l'ipotesi di geni additivi che interagiscono è ancora in corso di verifica.

Tutti i caratteri sono apparsi sensibili alle variazioni dei fattori ambientali e pertanto la loro analisi è molto delicata.

Soltanto alcuni tra gli individui di prima generazione si sono rivelati direttemante utilizzabili. I risultati hanno tuttavia chiaramente messo in evidenza la possibilità di miglioramento del carciofo per via gamica.

L'eterogeneità del materiale di partenza, la possibilità di moltiplicazione per via vegetativa e l'autofertilità consentono il miglioramento di questa specie con due metodi.

Il primo, tipico per le piante a moltiplicazione agamica, consiste nel creare nuovi cloni dopo aver combinato, a mezzo di una o più ibridazioni, i caratteri desiderati. Il secondo metodo, ha lo scopo di costituire linee o ibridi F_1 da riprodurre per seme.

Il primo metodo, malgrado i problemi legati alla moltiplicazione agamica, dovrebbe essere di piu facile applicazione. Il secondo presenta senza dubbio maggiori difficoltà e i risultati sono più aleatori e più lontani. Esso merita tuttavia particolare attenzione per l'interesse che la riproduzione per seme riveste nelle zone ad inverno rigido e per la produzione destinata all'industria conserviera al fine di ridurne, quanto più possibile, il costo.

Numerosi problemi meritano tuttavia di essere ulteriormente approfonditi.

RESUMEN

ESTUDIO DE LA BIOLOGIA FLORAL DE LA ALCACHOFA (*CYNARA SCOLYMUS* L.)
APLICACION A LA SELECCION.

II. — ESTUDIO DE LAS DESCENDENCIAS OBTENIDAS EN FECUNDACION CONTROLADA

En la Estación Experimental de Mejora de Hortalizas de Montfavet (Vaucluse), se observan las descendencias obtenidas, bien por autofecundación, bien por cruzamiento, de las variedades más conocidas en Europa, con el proposito de estudiar las posibilidades de reprodución de la alcachofa por medio de semilla y de establecer las bases de uno posible selección por medios sexuados.

En este artículo relatamos las observaciónes realizadas sobre las descendencias de primera generación : I_1 o F_1 de 9 variedades (5 italianas, 1 espanola, 3 francesas).

Se han estudiado con mayor detenimiento los caracteres siguientes : vigor, porte, cantidad de púas o espinas, precocidad ramificación del bohordo, peso, forma y cualidades comerciales del capítulo.

Todas las variedades observadas son muy heterozigoticas : su I_1 presenta una gran diversidad de formas, sin embargo, no existe confusion posible entre los I_1 de las 9 variedades. Algunas de estas variedades parecen tener una especial aptitud para transmitir uno o varios carácteres de intéres práctico : la descendencia de *Liscio Sardo precossissimo* suele ser precoz ; las de *Precoce di Jesi* y de *Romanesco* cuentan con numerosos individuos bien ramificados y de capítulos de muy buena conformación ; las descendencias de *Camus de Bretagne* y de *Violetto di Toscana* suelen ser vigorosas.

Hemos podido hacer una hipótesis verosimil sobre el determinismo genetico de dos carácteres : el caracter espinoso del pollaje y la coloración de las brácteas. El primero estaria bajo la dependencia de dos pares de genes complementarios, dominante, productor de pigmento y por otro tambien dominante, que inhibe la coloración. Sin embargo, la mayoria de los ostos carácteres parecen tener una herencia compleja. El estudio de la ramificación del bohordo de los hibridos cardo × alcachofa pone de relieve esta complejidad : que no se verifica plenamento la hipotesis de los genes aditivos y de su interacción.

Todos los carácteres son muy sensibles a la acción del medio y por eso, es muy delicado su analisis.

Son muy escasos los individuos de primera generación que se pueden utilizar directamente. Sin embargo, este estudio muestra claramente la posibilidad de mejorar la alcachofa por via sexuada al menos para algunos carácteres.

La heterogeneidad del material de partida, las posibilidades de multiplicación vegetativa, la autofertilidad, permiten la mejora de la especie por medio de dos métodos. Uno, clasico, para las plantas de multiplicación vegetativa con miras a crear nuevos clones tras la combinación de los carácteres deseados, mediante uno o varios cruzamientos. El otro se utiliza para las plantas autogamas, consiste en obtener lineas o hibridos F_1 que se puedan reproducir por semilla. El primer método deberia ser de fácil aplicación, a pesar de las dificultades ligadas a la multiplicación por esqueje de la alcachofa.

La aplicación del segundo metodo es mas difícil, sin duda alguna y sus resultados son mas aleatorios y lejanos. Sin embargo, vale mas aleatorios y lejanos. Sin embargo, vale la pena intentarlo, teniendo en cuenta el interes de la multiplicacion por semilla en las zonas de inviernos rigurosos, y tambien, para las produciónes destinadas a la conserva, con el fin de reducir al maximo el precio de coste.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARBONNIER P., 1967. L'analyse de l'information, aperçu théorique et application à la loi multinomiale. *Ann. Sci. forest., Fr.*, **23**, 4, 952-1017.

BARBIERI R., 1961. Carciofo in *Il miglioramento genetico degli ortaggi*, 98-113, Centro di studio del Consiglio Nazionale delle Ricerche, Firenze, Italie.

EAST E., 1915. Studies on size inheritance in *Nicotiana*. *Genetics*, **1**, 164. In BILQUEZ A. F., *Cours de Génétique*, Idert-Orstom 1954.

FOURY C., 1967. Étude de la biologie florale de l'Artichaut (*Cynara scolymus* L.) · application à la sélection. Première partie. Données sur la biologie florale. *Ann. Amélior. Plantes*, **17**, 4, 357-373.

HARWOOD R. R., MARKARIAN D., 1968. Annual culture of globe artichoke (*Cynara scolymus* L.). I. Preliminary report. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **92**, 400-409.

MAC ARTHUR J., BUTLER L., 1938. Size inheritance and geometric growth processes in the tomato fruit. *Genetics*, **23**, 253-268. In BILQUEZ A. F., *Cours de Génétique*, IDERT-ORSTOM 1954.

PANTAZIS ALEXANDROS A., GERAKIS 1968. *The adaptation of globe artichoke* (Cynara scolymus L.) *to annual culture*. Thesis doctor of philosophy, Michigan State University.

POCHARD E., 1963. *Rapport annuel de la Station d'Amélioration des Plantes maraîchères*, Montfavet, 7-11.

POCHARD E., 1964. *Rapport annuel de la Station d'Amélioration des Plantes maraîchères* Montfavet, 8-9.

POCHARD E., FOURY C., CHAMBONNET D., 1964. L'amélioration génétique de l'Artichaut. *Convegno Internazionale sul Carciofo*, Bari, Italie (sous presse).

PORCELLI S., 1967. Miglioramento genetico del carciofo attraverso l'incrocio intervarietale e la utilizzazione dell'F_1 per via agamica. *Convegno Internazionale sul Carciofo*, Bari, Italie (sous presse).

SCARASCIA-MUGNOZZA G. T., 1967. Primi risultati di studi di genetica e radiogenetica del carciofo. *Convegno Internazionale sul Carciofo*, Bari, Italie (sous presse).

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 53-58.

INFLUENCE DU MILIEU SUR LE PHÉNOTYPE SEXUEL DE DESCENDANCES F_1 ISSUES DU CROISEMENT ENTRE TYPES DIOÏQUES ET MONOÏQUES DE CHANVRE (*CANNABIS SATIVA* L.)

M. ARNOUX, G. MATHIEU (1)

avec la collaboration technique de H. BLAYAC (1) et L. CLAPAREDE

Station d'Amélioration des Plantes,
Centre de Recherches agronomiques du Midi,
École nationale supérieure agronomique, 34 - Montpellier
Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

L'influence du milieu sur l'expression de la sexualité d'hybrides F_1 résultant du croisement entre types dioïques et monoïques est étudiée en plein champ et en serre. Le phénotype sexuel de ce matériel végétal nouveau se révèle sensible aux facteurs climatiques, mais les conséquences en matière de sélection sont moins importantes que dans le cas des cultivars monoïques.

INTRODUCTION

Les données fondamentales sur le mécanisme génétique de l'expression de la sexualité du chanvre (*Cannabis sativa* L.) sont actuellement insuffisantes pour permettre un contrôle satisfaisant de cette expression. Aussi, l'amélioration et le maintien de la monoecie, principale caractéristique de plusieurs variétés d'obtention récente, s'avèrent particulièrement difficiles ; ces difficultés sont en outre considérablement accrues par l'action du milieu, dont les différents facteurs sont susceptibles de modifier fortement le phénotype sexuel d'un génotype donné. Ce phénomène a été décrit dans plusieurs publications antérieures (ARNOUX, 1963 et 1966), en souli-

(1) Ingénieur et technicien de la Fédération nationale des Producteurs de Chanvre, détachés à la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier.

gnant les conséquences graves qui peuvent en résulter aussi bien pour le généticien que pour le sélectionneur ou le producteur de semences.

Dans ces conditions et en l'état actuel des connaissances, tout espoir paraît exclu d'obtenir sinon la fixité, tout au moins une certaine stabilité, d'un état monoïque satisfaisant au sein des cultivars de chanvre et tout spécialement de ceux exploités en France pour la fabrication de pâtes à papier.

En conséquence, la Station d'Amélioration des Plantes de Montpellier a modifié l'orientation des travaux de sélection de variétés papetières qu'elle poursuit depuis dix ans environ, en étroite collaboration avec la Fédération nationale des Producteurs de Chanvre. En vue de limiter l'importance des problèmes relatifs au contrôle de la sexualité, le nouveau programme abandonne le principal objectif antérieur représenté par la fixation de la monoecie ; il a maintenant pour but essentiel, la recherche de types moins sensibles à l'environnement pour l'expression de leur sexe, mais toujours dépourvus de plantes mâles peu appréciées par l'industrie.

On réalise pour cela une production originale de variétés hybrides, résultant du croisement d'un parent femelle dioïque par un mâle monoïque. La F_1, de phénotype femelle, fait ensuite l'objet d'un rétrocroisement dont le produit est composé également d'une majorité d'individus femelles supposés moins fluctuants avec le milieu.

Les principes de cette méthode ainsi que les premiers résultats enregistrés, seront publiés incessamment. Mais il est rapidement apparu que la sexualité des hybrides F_1 est susceptible d'être modifiée par l'environnement et il paraît intéressant de rapporter tout d'abord les observations effectuées sur ce matériel végétal. Elles complèteront ainsi les données recueillies au sujet des génotypes monoïques et permettront d'émettre une première opinion sur l'intérêt de la nouvelle voie adoptée pour la création de variétés papetières de chanvre.

DONNÉES BIBLIOGRAPHIQUES

Le croisement d'une plante femelle dioïque par un parent mâle monoïque a été maintes fois réalisé et différents chercheurs en ont rapporté les résultats : Von Sengbusch (1943), Hoffmann (1947 et 1952), Bocsa (1960 et 1961). Il en est de même en ce qui concerne le rétrocroisement bien que dans ce cas les données soient moins nombreuses : Von Sengbusch 1943 ; Hoffmann 1952.

Toutes ces hybridations, cependant, sont comprises dans le cadre d'études fondamentales sur le déterminisme génétique du sexe ; les auteurs analysent le *sex ratio* des descendances obtenues, F_1 ou B_1, mais n'exploitent pas ce matériel à des fins industrielles. Bocsa est sans doute le premier et le seul sélectionneur à avoir préconisé et réalisé le croisement de types dioïques par des monoïques en vue d'obtenir un produit commercial. Mais il s'arrête à la F_1, qu'il qualifie d' « unisexuée » (*Uniko*), du fait du taux élevé de plantes femelles, et qu'il multiplie une fois en panmixie pour l'obtention des semences certifiées.

Dans tous ces travaux, l'action du milieu sur le phénotype sexuel des descendances hybrides n'est pas signalée et n'a jamais fait l'objet, semble-t-il, d'études particulières.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les premières observations effectuées sous deux latitudes et sur 93 F_1 constituant les hybrides de départ, ont conduit à penser que le phénotype sexuel de ce matériel pouvait être modifié par les facteurs du milieu. Pour vérifier cette hypothèse, deux descendances F_1 ont été choisies comme référence pour être éprouvées au cours de cette étude :

a) F_1 ♀ *L. K. C. S. D.* × ♂ *Fibrimon 21 P.*
b) F_1 ♀ J U S. 6 × ♂ *Fibrimon 21 P.*

L. K. C. S. D. et *J U S* . 6 sont deux types dioïques précoces originaires, le premier de Pologne, le second d'U. R. S. S.

Fibrimon 21 P., monoïque, résulte d'une sélection réalisée en France pour accroître la précocité de la souche *Fibrimon 21*, obtenue en Allemagne par le professeur VON SENGBUSCH.

Dans les conditions de culture de Montpellier, pour un semis réalisé vers le 20 avril, ces trois types arrivent au stade pleine floraison 70 jours environ après leur levée.

L'expression de la sexualité de ces deux hybrides a été observée en 1967 :

— *en plein champ* tout d'abord, sous deux latitudes différentes : Montpellier (43° 35′ N.) et Le Mans (48° N), dans des parcelles normales de pépinière, semées respectivement les 21 et 25 avril 1967, à un interligne de 0,80 m pour un espacement sur la ligne de 0,20 m (dates de levée : 1er et 3 mai) ;

— *en serre* ensuite, sous deux régimes photopériodiques distincts, résultant de l'emploi de batteries de lampes à fluorescence conditionnant une intensité lumineuse d'environ 5 000 lux au niveau des apex, et complétant la durée normale du jour de façon à obtenir :

soit un cycle quotidien de 12 heures de lumière et de 12 heures d'obscurité,
soit 24 heures de lumière continue.

Le semis a été réalisé le 12 janvier 1968 dans une terre normale, homogénéisée et enrichie par un apport de 50 unités d'azote, 200 unités de potasse et 200 unités d'acide phosphorique. Espacées de 0,10 m en tous sens, les plantes ont levé le 19 janvier et la mise à fleur a été induite artificiellement à partir du 1er mars par réduction à 10 heures, dans les deux cas, de la durée quotidienne du jour.

RÉSULTATS

A. — *Observations en plein champ*

Les données du tableau 1 ont attiré l'attention sur les différences notables existant dans l'expression de la sexualité de ce matériel végétal nouveau, lorsqu'il est placé dans deux milieux aux caractéristiques distinctes. Le phénomène est de nature identique à celui noté antérieurement sur des formes monoïques placées dans les mêmes conditions (ARNOUX, MATHIEU, 1966).

Pour vérifier la sensibilité au milieu de ces hybrides, une expérience en serre a été ensuite réalisée en faisant varier seulement, pour simplifier le dispositif, le cycle photopériodique pris comme facteur de référence.

B. — *Observations en serre*

Ainsi que le précise le tableau 2, l'expression de la sexualité de ces descendances F_1 est fortement influencée par le cycle photopériodique et, comme dans le cas de la monoecie, une longue durée quotidienne du jour exerce une action masculinisante

puisque le taux de plantes monoïques varie de 3 p. 100 à plus de 60 p. 100, lorsque l'héméropériode passe de 12 heures à 24 heures.

TABLEAU 1

Pourcentages observés de phénotypes monoïques et femelles selon la latitude (1)

Emplacement	F_1 issues du croisement :	Monoïques (%)	Femelles (%)
Montpellier (43° 35′ N)	*L.K.C.S.D.* × *Fib. 21 P.*	2	98
	JUS. 6 × *Fib. 21 P.*	0,5	99,5
Le Mans (48° N)	*L.K.C.S.D.* × *Fib. 21 P.*	31	69
	JUS. 6 × *Fib. 21 P.*	6	94

(1) 300 plantes ont été observées dans chaque cas.

TABLEAU 2

Pourcentages observés de phénotypes monoïques et femelles (1) *selon le cycle photopériodique*

Durée du jour	F_1 issues du croisement :	Monoïques (%)	Femelles (%)
12 heures	*L.K.C.S.D.* × *Fib. 21 P.*	3	97
	JUS. 6 × *Fib. 21 P.*	3	97
24 heures	*L.K.C.S.D.* × *Fib. 21 P.*	68	32
	JUS. 6 × *Fib. 21 P.*	64	36

(1) Dans chaque cas les notations ont porté sur 650 plantes.

DISCUSSION

Un fait nouveau est donc mis en évidence : le phénotype sexuel des hybrides résultant du croisement femelle dioïque × mâle monoïque peut être modifié par les facteurs du milieu ; le phénomène est de même nature que celui observé dans le cas des types monoïques. Ce résultat permettrait d'ores et déjà de mettre en doute l'intérêt du programme actuel d'amélioration variétale entrepris pour obtenir des formes sexuelles moins sensibles à l'environnement que les types monoïques.

Mais il faut ici séparer l'aspect fondamental des conséquences pratiques dans le domaine de la sélection, où le caractère à rejeter en premier lieu est l'aptitude à la masculinisation sous l'influence d'un ou plusieurs facteurs climatiques ou trophiques. Au sein d'une population, l'analyse doit être réalisée en tenant compte du degré de masculinisation des plantes monoïques.

Dans le cas des cultivars comprenant une majorité de génotypes monoïques, tous les individus ou presque peuvent se masculiniser ; de plus, cette transformation prend des proportions telles qu'un nombre très élevé de plantes deviennent « trop mâles » (ARNOUX, MATHIEU, 1966). Une plante monoïque porte en effet de nombreuses fleurs mâles et femelles dans un rapport que VON SENGBUSCH a utilisé pour établir une échelle définissant le type d'expression de la monoecie. Cette échelle, mondialement adoptée, comprend 5 classes allant de 1 + (une croix) à 5 + : les individus 1 + ont une proportion élevée de fleurs mâles alors qu'à l'autre extrême, chez les 5 +, cette proportion est faible. Les formes 1 +, 2 + et 3 + sont « trop mâles » et pour différentes raisons génétiques et agronomiques, elles doivent être rejetées.

Or les hybrides F_1, du fait de leur origine, possèdent des facteurs de féminité plus nombreux ou plus puissants que les génotypes monoïques et ont d'ailleurs normalement un phénotype femelle. En conséquence, l'influence éventuelle d'un facteur masculinisant donné se trouve réduite : le nombre d'individus affectés est en effet restreint et le degré de masculinisation qui en résulte n'est en outre jamais très élevé. Ainsi, au Mans, lors des premières observations en plein champ, on a noté les taux suivants de plantes « trop mâles » :

2 p. 100 pour la F_1 *L. K. C. S. D.* × *Fibrimon 21 P.*
0 p. 100 pour la F_1 *J U S. 6* × *Fibrimon 21 P.*
18 p. 100 pour le parent mâle *Fibrimon 21 P.*
80 p. 100 environ pour certaines souches monoïques d'origines diverses.

Et même lorsqu'ils sont placés en lumière continue, en serre, les hybrides éprouvés ne présentent qu'une faible proportion de plantes masculinisées :

27 p. 100 pour la F_1 *L. K. C. S. D.* × *Fibrimon 21 P.*
20 p. 100 pour la F_1 *J U S. 6* × *Fibrimon 21 P.*

(Dans le cas d'une durée de jour quotidienne de 12 heures, ces formes masculinisées n'existent pas).

Ce matériel nouveau se révèle donc, sur un plan fondamental, sensible aux facteurs du milieu en ce qui concerne l'expression de sa sexualité. Mais, en pratique, cette sensibilité est plus limitée dans son importance et son intensité que dans le cas de la monoecie, ce qui autorise pour l'instant la poursuite des recherches entreprises.

CONCLUSIONS

Les variétés hybrides de chanvre papetier actuellement recherchées par croisement entre types dioïques et monoïques ont un phénotype femelle ; or, comme pour les cultivars monoïques, les facteurs du milieu peuvent modifier ce phénotype et induire en particulier une masculinisation dangereuse. Celle-ci est toutefois limitée

dans son importance et son intensité et ne présente pas la même gravité que dans le cas de la monoecie. Elle ne doit pas pour autant être négligée, et un certain nombre de précautions doivent être prises concernant le choix et le maintien des géniteurs ainsi que les techniques de croisement. Mais, en premier lieu, les travaux de création et d'amélioration variétale doivent être réalisés dans le milieu normal de culture et la production de semences doit se faire à travers un nombre de générations aussi réduit que possible.

Reçu pour publication en décembre 1968.

SUMMARY

ENVIRONMENTAL EFFECTS ON THE SEXUAL PHENOTYPE OF THE PROGENY F_1 RESULTING FROM CROSSES BETWEEN DIOECIOUS AND MONOECIOUS HEMP VARIETIES (*CANNABIS SATIVA* L.)

The environmental effects on the expression of the sexuality of F_1 hybrids between diœcious and monœcious types have been studies in field experiments and under glass-house.

The environment can alter the sexual phenotype of this new plant material and for instance, long days have a « masculinising « effect. The occurrence is hence much the same that was noted previously in monoecious populations. However, its significance and intensity are less marked, the consequences being, with regard to seed breeding, not so serious as in the case of monœcism.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARNOUX M., 1963. Influence des facteurs du milieu sur l'expression de la sexualité du chanvre monoïque. I. Action du cycle photopériodique. *Ann. Amélior. Plantes*, **13** (1), 27-49.

ARNOUX M., 1966 *a*. Influence des facteurs du milieu sur l'expression de la sexualité du chanvre monoïque. II. Action de la nutrition azotée. *Ann. Amélior. Plantes*, **16** (2), 123-134.

ARNOUX M., 1966 *b*. Influence des facteurs du milieu sur l'expression de la sexualité du chanvre monoïque. III. Note sur l'interaction entre le cycle photopériodique et la nutrition azotée. *Ann. Amélior. Plantes*, **16** (3), 259-262.

ARNOUX M., MATHIEU G., 1966. Sur quelques problèmes posés par la sélection et l'amélioration de la monoecie chez le Chanvre (*Cannabis sativa* L.). *Fibra*, **11**, n° 2, 51-63.

BOCSA I., 1960. A kender heterozis nemesitésének problemei. *Magyar Tud. Akad. Agrartud. Oszt. Közl*, **18**, 465-470.

BOCSA I., 1961. Experimental data on the yielding capacity of the unisexual F_1 hybrid hemp. *Növénytermeles*, **10**, 43-50.

DIERKS W., VON SENGBUSCH R., 1961. Studium der vererbung des geschlechts und des wuchstyps beim hanf. *Züchter*, **37**, 1, 12-15.

HOFFMANN W., 1947. Die vererbung des geschlechts formen des Hanfes (*Cannabis sativa* L.). I. *Züchter*, **17-18**, 257-277.

HOFFMAN W., 1952. Die vererbung des geschlechts formen des Hanfes (*Cannabis sativa* L.). II. *Züchter*, **22**, 147-158.

VON SENGBUSCH R., 1943. Die geschlechtsvererbung bei hanf, die Züchtung eines monozischen hanfes. *Züchter*, **15**, 49-62.

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 59-79.

INCOMPATIBILITÉ DE GREFFE INTRASPÉCIFIQUE CHEZ *PRUNUS ARMENIACA*. INDUCTION PAR UN FACTEUR TRANSMISSIBLE PAR INOCULATION

J. DUQUESNE
avec la collaboration technique de R. BATAILLON et A. POMAR

Station de Recherches d'Arboriculture fruitière,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, 33 - Pont-de-la-Maye
Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

L'auteur compare les incompatibilités intraspécifiques aux autres types d'incompatibilité. Différentes expériences réalisées sur *Prunus armeniaca* indiquent qu'elles sont dues à un ou plusieurs virus, qu'elles peuvent être induites de différentes manières et sont assez fréquentes.

INTRODUCTION

On classe schématiquement les incompatibilités de greffe des arbres fruitiers en trois catégories.

L'incompatibilité interspécifique, traduite par des défauts aux unions et une faiblesse mécanique de celles-ci. Tant qu'il n'y a pas cassure, elle n'a pas d'incidence sur les performances de l'association lorsque les défauts à l'union ne sont pas exagérés. Cette incompatibilité dite « à l'union » est réciproque : elle se produit quelle que soit la position greffon ou porte-greffe des deux composants (exemple : abricotier cultivar *Canino* greffé sur prunier *Marianna GF 8-1*).

L'incompatibilité interspécifique liée à un blocage partiel au-dessus du point de greffe de certains métabolites synthétisés dans les feuilles du greffon. Cette incom-

patibilité est généralement non-réciproque, accompagnée d'unions solides de structure normale et souvent appelée incompatibilité de translocation ou incompatibilité foliaire.

Exemple : Pêcher greffé sur Abricotier, Pêcher greffé sur *Prunus cerasifera*.

L'incompatibilité intraspécifique traduite par un mauvais développement des greffes dès le début de la végétation et également par des défauts structuraux et une faiblesse mécanique des unions. Cette incompatibllité est généralement expliquée par l'action de divers virus.

Après une rapide bibliographie sur les incompatibilités intraspécifiques, nous rapporterons une étude entreprise sur une incompatibilité de ce type dans l'espèce *Prunus armeniaca*.

1. Nous comparerons histologiquement les points de greffe de combinaisons incompatibles (première et troisième catégorie) et d'une combinaison compatible.

2. Nous rapporterons ensuite deux essais systématiques montrant qu'une incompatibilité intraspécifique peut être induite par un facteur transmissible inoculé :

dans le porte-greffe au moment du greffage,
dans le clone utilisé comme greffon un an avant le greffage.

3. Nous étudierons enfin la fréquence de ce facteur transmissible dans les cultivars d'Abricotier. Nous verrons également que l'incompatibilité se produit en présence du facteur transmissible apporté par le greffon avec de nombreux types génétiques de porte-greffes.

Nous terminerons par une discussion.

On cite fréquemment comme exemple d'incompatibilité intraspécifique le comportement défavorable de quelques variétés et de quelques clones variétaux de Pommier sur les porte-greffes *Spy 227* et *Virginia Crab*, ce mauvais comportement étant dû à l'action de virus apportés par le greffon (*Spy Decline* et *Stem Pitting*). Ces cas ne peuvent être considérés comme de véritables cas d'incompatibilité : en effet ces deux porte-greffes sont susceptibles de présenter les symptômes de la maladie après inoculation en l'absence de tout greffon et de toute interaction porte-greffe-variété.

W. W. Smith (1954) signale des défauts structuraux (discontinuité du liber) à l'union basse de Pommiers *Mac Intosh* greffés sur intermédiaire *Virginia Crab*, lui-même greffé sur semis de *Delicious*. Selon l'auteur, ces défauts étaient probablement induits par un virus apporté par le greffon *Mac Intosh* et ils variaient d'un sujet porte-greffe à l'autre. Ce cas peut être considéré comme un cas d'incompatibilité intraspécifique induit par une virose.

W. M. Upshall (1940) signale de la même manière des cas d'incompatibilité à l'union (décollement) lors du greffage de la variété ornementale de Pommier *Bechtels Crab* sur *EM XIII* et *EM XV*.

A. I. Campbell (1967) a montré que les virus Vein Yellov et Ring Pattern Mosaïc associés pouvaient induire des incompatibilités intraspécifiques (nécrose du bois et du liber à l'union) lors du greffage de certains types de *Pyrus communis*. Les mêmes virus et le Blister Kanker peuvent également induire des incompatibilités interspécifiques à l'intérieur du genre *Pyrus*.

I. — ÉTUDE HISTOLOGIQUE DE DIVERSES UNIONS D'ABRICOTIER

Nous avons observé macroscopiquement et microscopiquement (coupes longitudinales radiales colorées avec la méthode safranine vert lumière) des unions d'un an appartenant à trois combinaisons greffon-porte-greffe différentes (fig. 1 et 2).

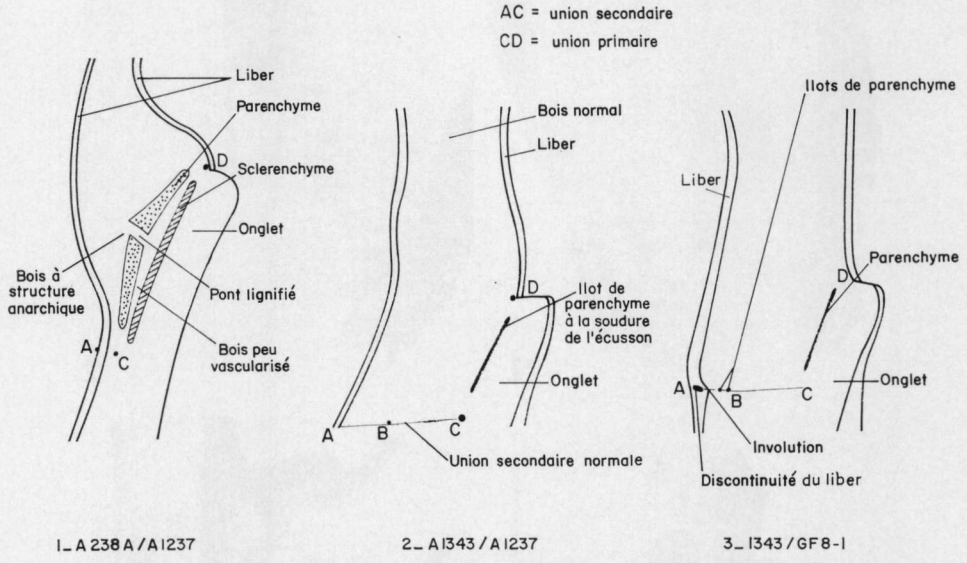

FIG. 1. — *Union de deux clones de* Canino *sur deux porte-greffes*

a) *Étude d'une union intraspécifique compatible*

Cette union a été obtenue après écussonnage du cultivar *Canino* (clone *A. 1343*, considéré comme indemne de toute virose grave connue) sur le clone d'abricotier sauvage *A. 1237* (*A. 1343* | *A. 1237*).

On remarque fréquemment dans une telle union un petit îlot de parenchyme à l'emplacement de la soudure de l'écusson. Cet îlot n'est pas un indice d'incompatibilité et a été formé immédiatement après le greffage lors de la soudure de l'écusson. Ceci mis à part, l'union est parfaite. En particulier, nous avons le long de la ligne secondaire d'union AC une bonne continuité vasculaire et un bois parfaitement différencié.

b) *Étude d'une union intraspécifique incompatible*

Cette union a été obtenue après écussonnage du cultivar *Canino*, clone *A. 238*, considéré comme étant de mauvais état sanitaire, sur le clone d'Abricotier sauvage *A. 1237* (*A. 238* | *A. 1237*).

Cette union présente de très graves défauts. On trouve successivement en partant de l'emplacement de l'écusson sur l'onglet et en s'éloignant de celui-ci vers l'extérieur :

une couche mince de sclérenchyme appartenant au porte-greffe,

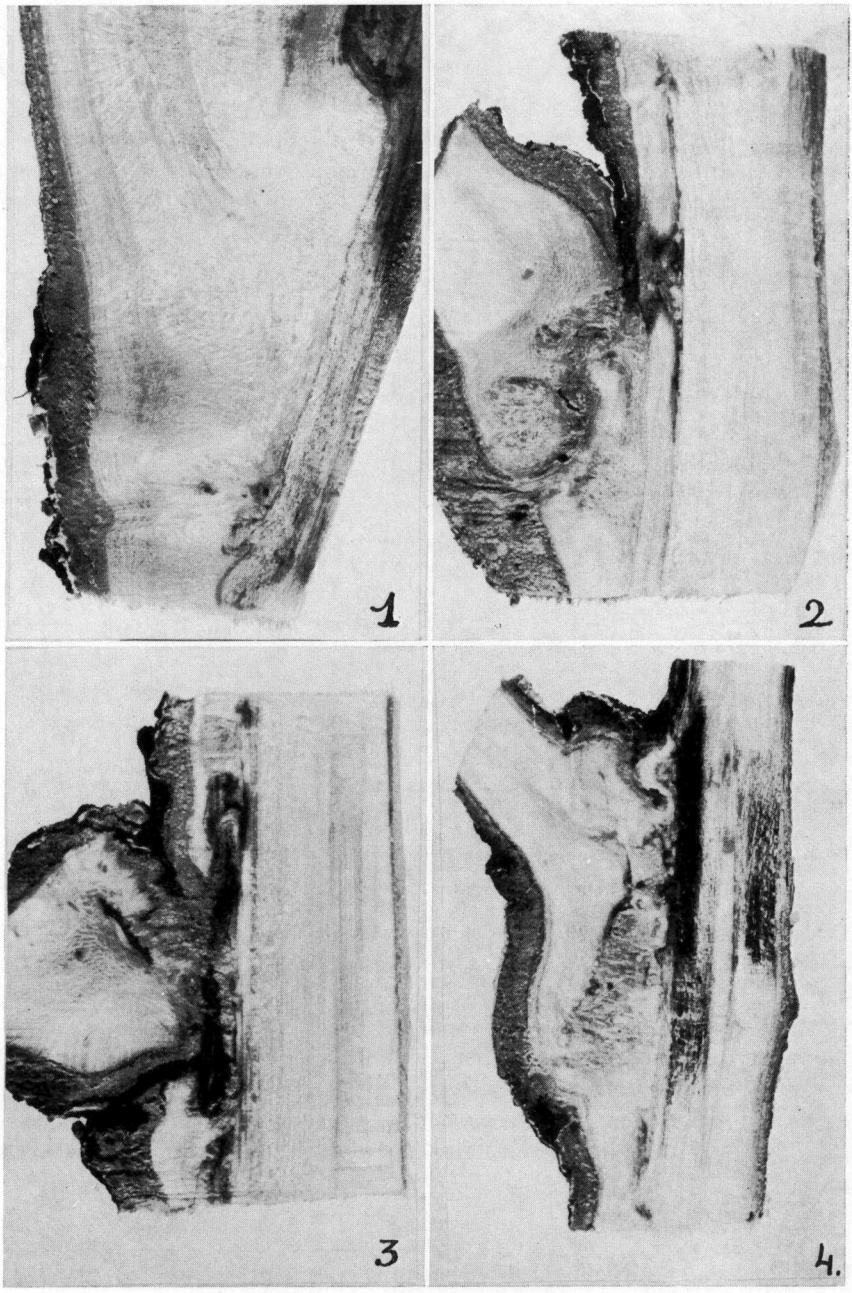

FIG. 2. — *Coupes longitudinales radiales d'unions d'un an de divers clones de* Canino *sur différents clones d'Abricotiers sauvages*

1. *A. 1382* / *A. 1230* (union compatible)
2. *A. 1382* inoculé par *A. 238 A* / *A. 1230* (union incompatible), le clone *A. 1382* est devenu incompatible sur le clone *A. 1230* par inoculation
3. *A. 1382* inoculé par *A. 238 A* / *A. 843* (union très incompatible)
4. *A. 238 A* / *A. 1237* (union incompatible)

une couche mince de bois très peu vascularisé appartenant probablement au porte-greffe,

une couche relativement épaisse de parenchyme. Ce parenchyme semble initié par un tissu d'aspect cambial situé entre celui-ci et le tissu précédent. Ce parenchyme forme une assise presque continue, quelquefois traversée par des « ponts lignifiés » de faible importance.

une couche de bois à structure anarchique appartenant au greffon : dans ce bois les vaisseaux ne s'orientent pas normalement et suivent des parcours sinueux,

un bois à structure plus normale appartenant au greffon.

Une telle union n'arrive pas à se structurer et présente un aspect anarchique. Sa particularité est l'assise quasi continue de parenchyme qui se forme très précocement au début de la végétation de la greffe et empêche l'établisssement d'une liaison secondaire normale entre porte-greffe et greffon dans la zone AC du schéma et amène le déclin et le décollement de la greffe.

Le déclin se produit généralement en août lorsque les scions ont environ un mètre de haut. Ils présentent alors un enroulement chlorotique qui ressemble assez à celui provoqué par le virus du dérèglement de la végétation sur les abricotiers greffés sur semis d'abricotier. On distingue les deux cas par observation des unions : dans le cas de dérèglement de la végétation, les unions sont normales.

c) *Étude d'une union interspécifique présentant de « l'incompatibilité à l'union »*

Ce type d'incompatibilité est extrêmement fréquent lorsqu'on greffe certains cultivars d'Abricotier sur de nombreux pruniers porte-greffes.

Nous décrirons ici une union du cultivar *Canino* clone *A. 1343* greffé sur le Prunier *Marianna GF 8-1.*

On trouve fréquemment dans cette union un îlot de parenchyme à l'emplacement de la soudure de l'écusson (union primaire CD).

La structure est variable le long de l'union secondaire :

le bois de printemps de B à C a une structure normale et une continuité vasculaire qui semble bonne ;

— par contre, de A à B, l'union présente des défauts :

— dans la région libérienne, nous avons une discontinuité du liber et une involution cambiale,

— dans le bois d'automne nous rencontrons :

une discontinuité des vaisseaux du porte-greffe et du greffon,

des masses de bois mal différenciées contenant très peu de vaisseaux,

des îlots de parenchyme de petite taille (moins de 300 μ de long) et séparés les uns des autres par du sclérenchyme.

Ces îlots ne sont généralement pas macroscopiquement visibles sur des unions d'un an et seule une coloration différentielle les met en évidence.

Une telle union pouvant cependant se rompre pendant les cinq premières années de la vie de l'arbre est incomparablement meilleure que la précédente ; en effet :

la formation d'une barrière de parenchyme dans l'union primaire n'a pas empêché l'établissement de l'union secondaire de A à C ;

les défauts dans l'union secondaire apparaissent tard en saison, sont relativement peu importants et ne gênent pas la croissance de l'arbre qui reste excellente.

L'incompatibilité quelquefois rencontrée lors du greffage de certains cultivars ou clones d'Abricotier sur des clones ou semis de la même espèce présente donc des caractères originaux qui permettent de la distinguer aisément de celle rencontrée lors du greffage d'Abricotier sur Prunier.

Par ailleurs, tous les clones étudiés dans le cultivar *Canino* sont incompatibles sur le prunier *GF 8-1* alors que sur le clone d'abricotier porte-greffe *A. 1237* nous avons rencontré deux clones de *Canino* différant dans leur comportement, l'un compatible l'autre incompatible. Ces deux clones semblant génétiquement identiques, nous avons été amenés à penser que le clone incompatible (*A. 238*) était porteur d'un facteur d'incompatibilité que nous avons cherché à mettre en évidence en le transmettant d'un arbre à l'autre par le procédé d'inoculation habituellement utilisé en virologie fruitière : l'arbre inoculé reçoit par écussonnage un lambeau d'écorce provenant de l'arbre source de l'inoculum.

II. — INDUCTION DE L'INCOMPATIBILITÉ INTRASPÉCIFIQUE PAR INOCULATION

Nous avons successivement provoqué des phénomènes d'incompatibilité intraspécifique :

en inoculant le porte-greffe au moment du greffage d'une association normalement compatible,

en inoculant, avant son utilisation comme greffon, un clone compatible avec un clone incompatible.

A. — *Induction par inoculation de porte-greffes au moment du greffage*

En 1964, nous avons greffé sur deux porte-greffes (*Myrobolan* de semis et semis d'abricotier *Mech Mech*) deux clones d'abricotiers sauvages (*A. 843* et *A. 1237*) ayant déjà montré leur sensibilité à l'incompatibilité intraspécifique. Nous avons utilisé deux porte-greffes pour nous garantir contre le risque de contamination de l'un d'entre eux par une virose imprévue dont la présence aurait pu fausser de façon systématique les résultats obtenus. En même temps, nous avons inoculé un arbre sur deux au niveau du porte-greffe (méthode du double écussonnage) avec l'inoculum abricotier *Canino A. 238 A* (1).

Nous avons par ailleurs greffé dans la même pépinière sur le même semis de *Mech Mech* mais sans dispositif statistique, les clones suivants :

- *A. 1382*, clone de *Canino* d'origine tunisienne, présumé de bon état sanitaire,
- *A. 238 A* déjà cité.

Un certain nombre d'arbres greffés sur *A. 1382* ont été inoculés en même temps au niveau du porte-greffe par le clone *A. 238 A.*

Résultats obtenus.

Les greffes ont été observées et mesurées durant l'année suivant le greffage (tabl. 1, fig. 3).

Le vent a cassé ou décollé à l'union quelques greffes en mai. La soudure des

(1) Ce clone ne donne pas de réactions sur les indicateurs *GF 305* et *Shirofungen*. Il peut donner dans sa descendance végétative des arbres présentant les symptômes du dérèglement de la végétation.

TABLEAU I

Reprise au greffage et évolution de greffes de différentes combinaisons d'inoculums, porte-greffes et greffons (saison 1965)

Constituants de la série d'arbres			Nombre d'arbres		Évolution des greffes au cours de la première saison						Rapport greffes anormales
Greffon	Inoculum placé sur le porte-greffe	Porte-greffe	Greffés	Repris au greffage	Cassées par le vent en mai	Normales en mai et novembre	Anormales en avril, mai, normales en novembre	Mortes 1 à 30 cm	Aspect dépérissant	Total greffes anormales	Greffes reprises non cassées par le vent (%)
Abricotier sauvage *A. 843*	*A. 238 A*	*Myrobolan*	20	19	1	12	6			6	33
Abricotier sauvage *A. 843*	néant	*Myrobolan*	20	20		20				0	0
Abricotier sauvage *A. 843*	*A. 238 A*	*Mech Mech G_1 A. 474*	20	17		0	7	10		17	100
Abricotier sauvage *A. 843*	néant	*Mech Mech G_1 A .474*	20	17	1	16				0	0
Abricotier sauvage *A. 1237*	*A. 238 A*	*Myrobolan*	20	17		11	5	1		6	35
Abricotier sauvage *A. 1237*	néant	*Myrobolan*	19	18		18				0	0
Abricotier sauvage *A. 1237*	*A. 238 A*	*Mech Mech G_1 A. 474*	20	16		2	3	9	2	14	87
Abricotier sauvage *A. 1237*	néant	*Mech Mech G_1 A. 474*	20	17		17				0	0
Canino A. 238 A	néant	*Mech Mech G_1 A. 474*	21	16	5	5		2	4	6	54
Canino A. 1382	néant	*Mech Mech G_1 A. 474*	20	10	1	9				0	0
Canino A. 1382	*A. 238 A*	*Mech Mech G_1 A. 474*	20	19	8	11				0	0

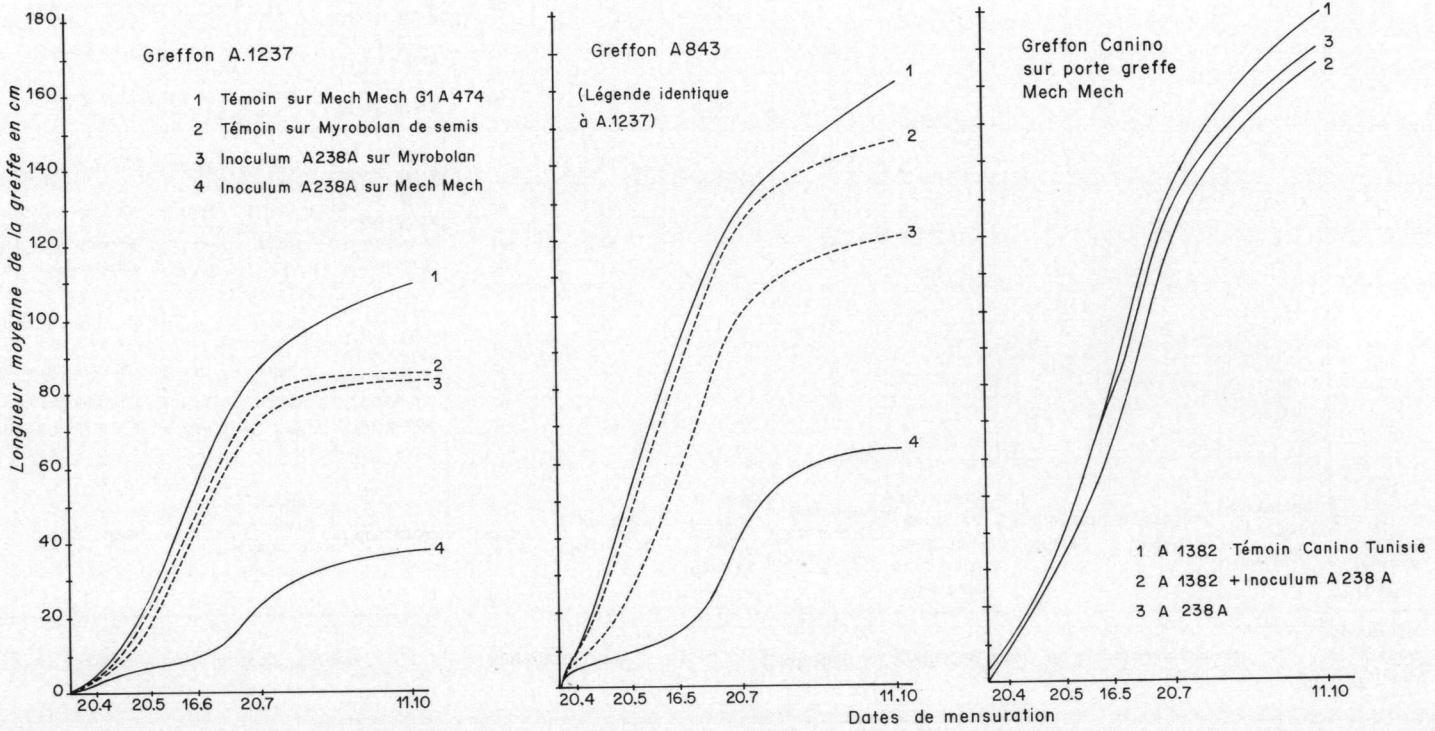

FIG. 3. — *Croissance de greffes en écussons sur deux porte-greffes* (1965)

greffes étant naturellement fragile à cette époque, on ne peut considérer ces décollements comme des signes d'incompatibilité.

Les greffes des arbres non inoculés par *A. 238 A* ont eu un comportement normal durant toute la saison de croissance. Par contre, les greffes des arbres inoculés sont souvent restées à l'état de rosette au départ de la végétation. Un certain nombre d'entre elles sont mortes précocement, les autres ont donné ultérieurement de petits scions portant de petites feuilles ; les unions des arbres de l'essai n'ont pas été observées en détail mais semblaient normales à la fin de la saison de croissance.

Nous pouvons classer les séries d'arbres d'après le nombre décroissant d'accidents observés :

- clone d'abricotier sauvage *A. 843* sur porte-greffe *Mech Mech* inoculé,
- clone d'abricotier sauvage *A. 1237* sur porte-greffe *Mech Mech* inoculé,
- clone de *Canino A. 238 A* sur porte-greffe *Mech Mech*,
- clone d'abricotier sauvage *A. 843* sur *Myrobolan* inoculé,
- clone d'abricotier sauvage *A. 1237* sur porte-greffe *Myrobolan* inoculé.

Les autres combinaisons (*A. 1382* et *A. 1382* inoculé par *A. 238*) n'ont pas présenté d'accidents.

En ce qui concerne la vigueur, nous voyons que les greffes des clones *A. 1237* et *A. 843* réagissent fortement à l'inoculation quand le porte-greffe est un *Mech Mech*. Par contre, sur porte-greffe *Myrobolan* de semis, la réaction est beaucoup moins nette (différence significative avec *A. 843* et non significative avec le clone *A. 1237*). Le clone de *Canino A. 1382* sur le porte-greffe *Mech Mech* inoculé donne des arbres normaux et de bonne vigueur.

Cette expérience montre :

- que les greffes des clones d'abricotier sauvage *A. 843* et *A. 1237* présentent des symptômes d'incompatibilité lorsque les porte-greffes sont inoculés avec le clone *A. 238 A* ;
- que le clone *Canino A. 1382* présumé sain, traité de la même manière, a un comportement normal. Il est donc peu sensible à l'inoculum *A. 238 A* qui semble véhiculer une virose ;
- que cette incompatibilité induite par inoculation est moins marquée sur le porte-greffe prunier.

B. — *Induction de l'incompatibilité par inoculation d'un clone de greffon normalement compatible avec un clone incompatible*

Pour augmenter la précision de notre travail, nous avons utilisé comme porte-greffes des clones d'abricotier sauvage (le clone *A. 843* dont l'incompatibilité avec le clone de *Canino A. 238 A* était déjà connue et les clones *A. 1230, A. 1234, A. 1236, A. 1237* présumés incompatibles avec le même *Canino*). Ces abricotiers sauvages ne bouturant pas, le matériel destiné à l'expérience a été obtenu en écussonnant durant l'été 1964, les cinq clones cités sur semis de pêcher, quatre d'entre eux sur semis de *Myrobolan* et deux d'entre eux sur semis d'abricotier type *Mech Mech G 1 A. 474* (l'expérience a été répétée sur trois porte-greffes différents pour réduire les risques d'erreurs systématiques consécutifs à une éventuelle contamination d'un porte-greffe déterminé par une virose).

Au cours de l'été 1965, on a surgreffé quelques clones de *Canino* sur chacune des onze séries d'arbres obtenues à la suite du greffage de l'année précédente.

Le dispositif adopté pour ce greffage étant celui des blocs de Fisher (parcelles élémentaires de 2 ou 3 arbres recevant chacun deux greffons identiques, trois ou quatre répétitions, soit 15 à 20 greffes par combinaison), les clones de *Canino* utilisés étaient les suivants :

A. 238 A (déjà cité),

A. 1343 et *A. 1382*, clones tunisiens présumés sains,

A. 1606 obtenu par multiplication végétative à partir d'un arbre ayant présenté tous les symptômes du dérèglement de la végétation.

A. 1382 inoculé par *A. 238 A* douze mois auparavant.

Tous ces clones semblent identiques au point de vue génétique (aspect du fruit et de l'arbre).

Résultats.

Les greffes de *Canino* ont été observées en 1966. En mai 1966, on a conservé entière, sur chaque arbre, la greffe la mieux développée et la seconde a été pincée à 10 cm.

Les résultats (reprise au greffage, mortalité des greffes et vigueur de quelques séries d'arbres) figurent dans les tableaux 2 et 3 et sur la figure 4.

TABLEAU 2

Comportement de cinq clones de Canino *après greffage sur quelques clones d'abricotiers sauvages eux-mêmes greffés sur divers porte-greffes*

Reprise au greffage en pourcentage

Porte-greffe	Greffon						
	A. 1343	*A. 1382*	*A. 1606*	*A. 238 A*	*A. 1382* inoculé par *A. 238 A*	Total *A. 1343* + *A. 1382*	Total *A. 238* + *A. 1382* inoculé
A. 843 / pêcher	100	94	94	**38**	*50*	97	**44**
A. 843 / *Myrobolan*.	100	100	93	**32**	**43**	100	**36**
A. 843 / *Mech Mech*	100	100	94	**19**		100	**19**
Total *A. 843*	100	98	93	**30**	**47**	99	**36**
A. 1230 / pêcher ...	100	100	100	94	89	100	92
A. 1234 / pêcher ...	94	100	100	**57**	**65**	97	**60**
A. 1234 / *Myrobolan*	100	100	94	**44**		100	**44**
Total *A. 1234*	97	100	97	**52**	**65**	99	**56**
A. 1236 / pêcher ...	81	75	100	46	69	78	*55*
A. 1236 / *Myrobolan*	93	94	94	*50*	79	93	63
Total *A. 1236*	87	84	97	**48**	73	85	58
A. 1237 / pêcher....	93	93	92	**44**	*50*	93	**46**
A. 1237 / *Myrobolan*	100	100	95	**35**		100	**35**
A. 1237 / *Mech Mech*	94	94		75		94	*75*
Total *A. 1237*	96	96	93	**49**	50	96	49
Total général.....	96	96	96	**48**	**64**	96	**53**

En italique : différence significative par rapport à *A. 1382*.

En gras : différence hautement significative par rapport à *A. 1382*. Pour la dernière série, la signification porte sur la différence avec la série précédente (*A. 1343* + *A. 1382*).

Reprise au greffage (tabl. 2).

Dans ce tableau et dans les tableaux suivants, les significations des différences observées entre les divers clones et le clone *A. 1382* ont été calculées suivant l'importance des populations, soit avec la méthode du χ^2 corrigé, soit avec la méthode normale.

TABLEAU 3

Comportement de cinq clones de Canino *après greffage sur quelques clones d'abricotiers sauvages* (première saison de croissance des greffes)
Pourcentage des greffes mortes par maladie ou par incompatibilité durant la première saison de croissance

Porte-greffe	Greffon						
	A. 1343	*A. 1382*	*A. 1606*	*A. 238*	*A. 1382* inoculé par *A. 238*	Total *A. 1343* + *A. 1382*	Total *A. 238* + *A. 1382* inoculé
A. 843 / pêcher.....	14	0	20	**80**	**50**	7	**62**
A. 843 / *Myrobolan* .	0	0	0	**56**	**100**	0	**78**
A. 843 / *Mech Mech.*	0	0	0	**100**	—	0	**100**
Total *A. 843*	5	0	7	**71**	**71**	2	**71**
A. 1230 / pêcher....	0	7	6	33	27	3	**30**
A. 1234 / pêcher....	0	0	5	**67**	**80**	0	**72**
A. 1234 / *Myrobolan*	0	6	0	43		3	*43*
Total *A. 1234*	0	3	8	**59**	**80**	2	**66**
A. 1236 / pêcher....	10	0	0	33	30	6	*32*
A. 1236 / *Myrobolan*	0	0	0	*63*	**73**	0	**68**
Total *A. 1236*	5	0	0	**45**	**52**	3	**49**
A. 1237 / pêcher....	0	14	11	*75*	57	5	**68**
A. 1237 / *Myrobolan*	0	0	0	33		0	*33*
A. 1237 / *Mech Mech*		7	0	18		7	18
Total *A. 1237*	0	6	3	**45**	**57**	3	**47**
Total général.....	2	3	5	**50**	**55**	3	**52**

En italique : différence significative par rapport à *A. 1382*.
En gras : différence hautement significative par rapport à *A. 1382*. Pour la dernière série, la signification porte sur la comparaison avec la série précédente (*A. 1343* + *A. 1382*).

Nous voyons que la reprise est excellente pour les clones *A. 1343*, *A. 1382* et *A. 1606*, médiocre pour le clone *A. 1382* inoculé par *A. 238 A* et très médiocre pour *A. 238 A*.

Le clone *A. 238 A* donne des reprises significativement inférieures à celles obtenues par le témoin *A. 1382* pour quatre clones porte-greffes sur cinq ; le clone *A. 1382* inoculé pour trois clones sur cinq.

Mortalité des greffes de Canino *durant la première saison de croissance* (tabl. 3)

Les mortalités observées se sont produites à deux époques distinctes :

du 15 avril au 15 juin, mort de rosettes et de greffes mal développées,

en septembre-octobre, rupture au point de greffe d'arbres présentant des symptômes évidents d'incompatibilité.

Les mortalités sont très faibles pour les clones *A. 1343*, *A. 1382* et *A. 1606* pour lesquels on n'a pas observé de morts par incompatibilité à l'union.

Elles sont extrêmement élevées pour les clones *A. 238 A* et *A. 1382* inoculé. Ces deux clones ont des mortalités significativement plus importantes que le clone *A. 1382* pour quatre porte-greffes sur cinq. Les porte-greffes se classent de la façon suivante dans l'ordre de mortalité décroissante de leurs greffes : *A. 843*, *A. 1234*, *A. 1236*, *A. 1237*, *A. 1230*.

Vigueur et aspect des greffes de Canino *à la fin de la première saison de croissance.*

La figure 4 donne les courbes de croissance des arbres survivants des divers clones de greffons sur deux porte-greffes, le porte-greffe *A. 843* conférant la plus faible vigueur des greffes *A. 238*, le porte-greffe *A. 1237* donnant la plus forte vigueur des mêmes greffes.

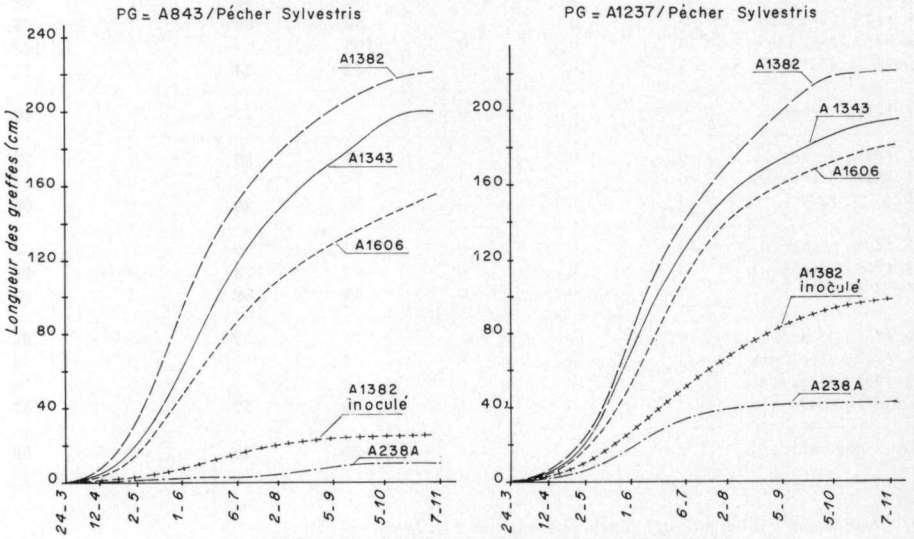

FIG. 4. — *Croissance de greffes de quelques clones de* Canino *sur deux clones d'Abricotiers sauvages* (1966)

Les clones *A. 1343*, *A. 1382* et *A. 1606* ont une vigueur normale et ne diffèrent significativement pas entre eux. Par contre, les clones *A. 238 A* et « *A. 1382* inoculé » par *A. 238 A* donnent des arbres très faibles significativement moins vigoureux que ceux des clones précédents.

A l'automne, tous les arbres des clones *A. 1343*, *A. 1382* et *A. 1606* étaient en bonne santé. A l'opposé, tous les arbres des clones *A. 238 A*, et « *A. 1382* inoculé » présentaient un feuillage chlorotique probablement dû à des discontinuités aux unions hautes (nombreuses greffes fragiles et bourrelets tuméfiés à l'union).

En définitive, on peut dire qu'aucun des clones d'abricotiers sauvages employés comme intermédiaires dans cette expérience n'est compatible avec les clones de *Canino A. 238* et « *A. 1382* inoculé ».

Le clone compatible *A. 1382* devient clone incompatible par inoculation avec un clone incompatible : *le clone incompatible A. 238 apporte probablement un ou plusieurs virus transmissibles par greffage qui sont la cause de cette incompatibilité.*

III. — FRÉQUENCE DES INCOMPATIBILITÉS INTRASPÉCIFIQUES CHEZ « PRUNUS ARMENIACA »

A. — *Fréquence du facteur d'incompatibilité*

Les expériences précédentes laissent supposer que le type d'incompatibilité rencontré est dû à un ou plusieurs virus apportés par les greffons. Les clones de greffons porteurs de ces virus donnent une réaction positive lorsqu'on pratique le test de la première expérience (double greffage avec inoculum et indicateur *A. 843* sur porte-greffe sensibilisateur).

Dans ces épreuves, les clones de *Canino A. 1343, A. 1606* et *A. 1382* ne donnèrent pas d'incompatibilité, à l'opposé du clone de *Canino A. 238* qui l'induit.

De nombreux tests ont été réalisés à la Station de Recherches d'Arboriculture fruitière de la Grande-Ferrade sur des clones variétaux. Les cultivars provenant des pays étrangers donnent souvent des résultats négatifs. Parmi les clones variétaux français, *ceux qui proviennent du Roussillon sont beaucoup plus souvent contaminés que ceux des autres régions.*

B. — *Sensibilité à l'incompatibilité intraspécifique de divers types génétiques d'abricotier utilisés comme porte-greffes*

Matériel et méthode.

En juillet 1966, nous avons greffé les trois clones de *Canino* utilisés dans les expériences précédentes (*A. 1343, A. 1606, A. 238 A*) sur un semis de *Prunus mume* et sur quatorze descendances d'Abricotier :

semis de *Prunus armeniaca ansu*,
semis d'abricotiers sauvages,
A. 1236 autofécondé,
semis en fécondation libre de cinq abricotiers, semis nº 1 à 4, semis *A. 1230*.
semis variétaux,
semis en deuxième génération de la variété *Gloire d'Auvergne*,
semis en fécondation libre de six variétés (*A. 20* variété voisine de *Jaubert Foulon, A. 70 Rouge du Roussillon, A. 73 Canino, A. 74 Jaubert Foulon, A. 384* type *Jaubert Foulon, A. 404 Early Gold*.

Durant le même été et dans la même parcelle, on a greffé les clones *A. 238 A* et *A. 1343* sur deux clones de pruniers porte-greffes de l'Abricotier : *Reine-Claude P. 1380* et *Myrobolan GF 31*. Le greffage a été réalisé à la même date par un seul greffeur. Les greffes obtenues ont été observées et mesurées au cours de leur première saison de croissance (1967).

Les résultats obtenus s'observent sur le tableau 4 et la figure 5.

TABLEAU 4. — *Comportement de deux clones de* Canino *après greffage sur quelques semis d'abricotiers et deux clones de pruniers* (première saison de croissance des greffes)

Porte-greffe ↓	Greffon ↓	Nombre d'arbres greffés	Nombre de greffes						Total de greffes anormales $c + d + e$	Longueur moyenne des greffes vivantes (9 oct 1967)
			reprises au greff. (*a*)	cassées ou décollées par le vent en mai (*b*)	mortes en mai-juin (rosettes) (*c*)	mortes en août-sept par décoll. (incomp.) (*d*)	incomp. en octobre défauts à l'union feuillage chlorotique (*e*)	normales en octobre		
Prunus mume	*A. 238*	10	**3**	0	1	1	1	**0**	**3**	×
	A. 1343	10	10	6	0	0	0	4	0	210
Prunus armeniaca ansu	*A. 238*	17	*10*	1	2	1	6	**0**	**9**	**133**
	A. 1343	16	15	5	0	0	0	10	0	193
G_1 *A. 1230*	*A. 238*	8	8	1	0	1	5	**1**	**6**	**124**
	A. 1343	11	11	4	0	0	0	7	0	201
A. 1236 autofécondé	*A. 238*	17	**10**	1	1	3	0	5	4	183
	A. 1343	16	15	3	1	0	0	11	1	185
G_1 abricotier sauvage n° 1	*A. 238*	12	**2**	0	1	1	0	*0*	*2*	×
	A. 1343	13	11	0	0	0	0	11	0	196
G_1 abricotier sauvage n° 2	*A. 238*	11	7	0	3	1	3	**0**	**7**	**130**
	A. 1343	12	10	0	0	0	0	10	0	203
G_1 abricotier sauvage n° 3	*A. 238*	11	8	1	2	2	0	3	4	**147**
	A. 1343	12	11	3	0	0	0	8	0	236
G_1 abricotier sauvage n° 4	*A. 238*	15	7	1	2	1	2	**1**	**5**	**116**
	A. 1343	9	8	0	0	0	0	8	0	186
G_2 *Gloire d'Auvergne*	*A. 238*	15	10	2	2	1	5	**0**	**8**	**131**
	A. 1343	16	15	9	0	0	0	6	0	211
G_1 *A. 20*	*A. 238*	15	**9**	1	0	0	4	*4*	*4*	**129**
	A. 1343	16	16	2	0	0	0	14	0	194

TABLEAU 4 *(suite)*

Porte-greffe ↓	Greffon ↓	Nombre d'arbres greffés	Nombre de greffes						Total de greffes anormales $c + d + e$	Longueur moyenne des greffes vivantes (9 oct 1967)
			reprises au greff. (*a*)	cassées ou décollées par le vent en mai (*b*)	mortes en mai-juin (rosettes) (*c*)	mortes en août-sept par décoll. (incomp.) (*d*)	incomp. en octobre défauts à l'union feuillage chlorotique (*e*)	normales en octobre		
G_1 *A. 70*	*A. 238*	13	10	3	0	0	0	7	0	194
	A. 1343	15	15	5	0	0	0	10	0	199
G_1 *A. 73*	*A. 238*	18	14	2	0	0	0	12	0	191
	A. 1343	19	17	1	0	0	0	16	0	172
G_1 *A. 74*	*A. 238*	15	**5**	0	0	1	0	4	1	*153*
	A. 1343	16	14	2	1	0	0	11	1	169
G_1 *A. 384*	*A. 238*	13	8	0	2	2	1	*3*	*5*	174
	A. 1343	11	10	0	0	0	0	10	0	178
G_1 *A. 404*	*A. 238*	10	10	1	1	0	0	8	1	193
	A. 1343	13	12	6	0	0	0	6	0	224
Total abricotiers	*A. 238*	200	**121**	14	17	15	27	**48**	**59**	
	A. 1343	205	190	46	2	0	0	142	2	
Clone *P. 1380*	*A. 238*	41	41	5	5	0	0	**31**	**5**	*206*
	A. 1343	251	248	10	5	0	0	235	5	212
Clone *GF 31*	*A. 238*	45	39	1	2	0	0	36	2	228
	A. 1343	203	172	10	7	0	0	155	7	230
Total pruniers	*A. 238*	86	80	6	7	0	0	*67*	*7*	
	A. 1343	454	420	20	12	0	0	388	12	

En italique : différence significative par rapport à *A. 1343.*
En gras : différence hautement significative par rapport à *A. 1343.*

Reprise au greffage.

Nous avons compté comme reprises toutes les greffes ayant débourré. Comme dans l'expérience précédente, la reprise est excellente sur tous les porte-greffes pour les clones *A. 1343* et *A. 1606*. Pour le clone *A. 238 A*, elle est très bonne sur porte-

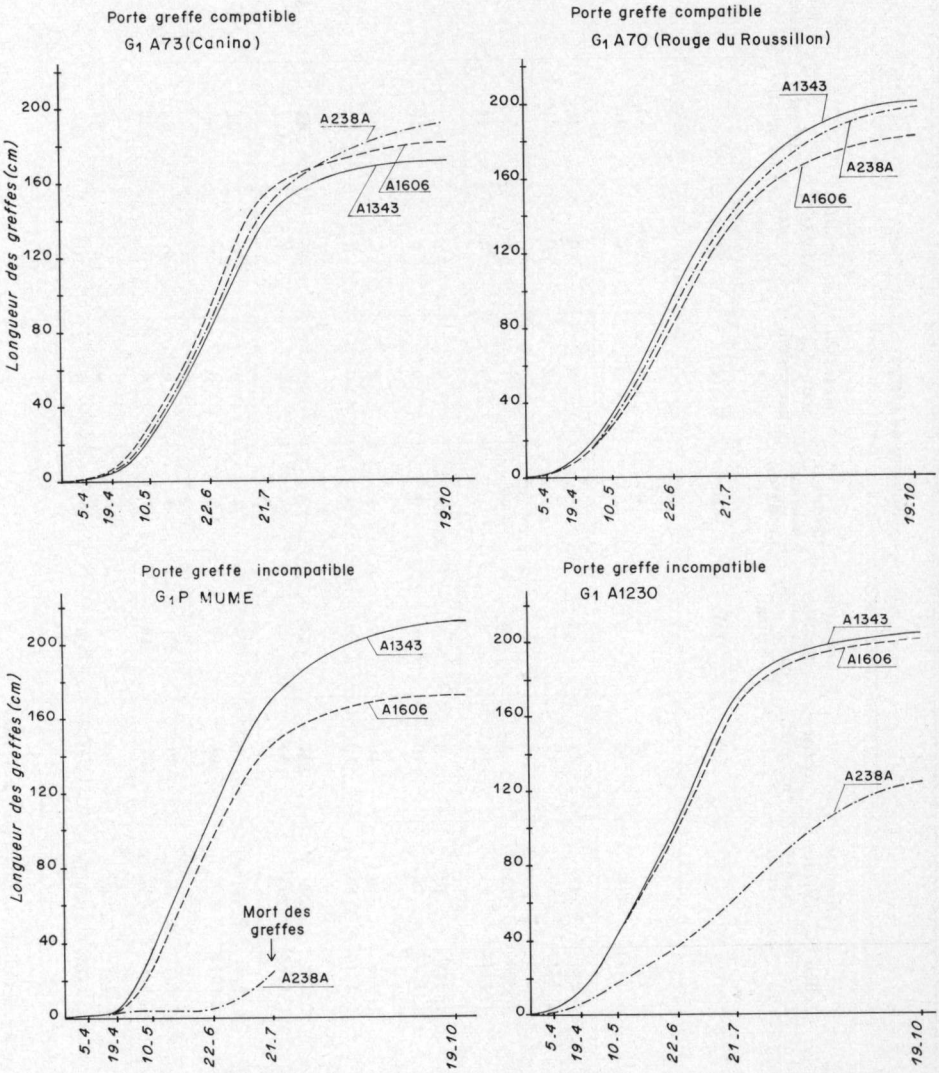

FIG. 5. — *Croissance des greffes de quelques clones de* Canino *sur quatre semis d'Abricotier, soit compatibles, soit incompatibles, avec le clone de* Canino A 238 A (1967)

greffe Prunier et sur deux semis d'Abricotier, médiocre ou très médiocre sur *Prunus mume* et sur les autres semis d'Abricotier (sur ces porte-greffes, elle est sept fois sur quinze significativement inférieure à celle obtenue par les autres clones de *Canino*).

Mortalité durant la première saison de croissance (tabl. 4).

Le vent a cassé ou décollé quelques greffes en mai. L'attache des greffes étant naturellement fragile à cette époque, on ne peut considérer ces décollements comme des signes d'incompatibilité.

Nous avons noté, comme dans la deuxième expérience, deux types de mortalité :

greffes de très faible vigueur (rosettes) mourant au début de la période de végétation (avant le 15 juin) ;

greffes présentant des défauts structuraux importants à l'union et se rompant en septembre-octobre.

Les clones *A. 1343* et *A. 1606* ont eu un comportement similaire. Pour cette raison, nous n'indiquons pas les résultats obtenus avec *A. 1606*. Le clone *A. 1343* a eu un comportement très satisfaisant et des mortalités très faibles sur tous les porte-greffes, abricotiers et pruniers. La mortalité relativement élevée observée sur porte-greffe *GF 31* peut être expliquée par une erreur technique (porte-greffes trop développés au moment du greffage).

Le clone *A. 238 A* présente des mortalités élevées sur le porte-greffe *Prunus mume* et sur huit semis d'abricotiers (mortalité de toutes les greffes pour deux d'entre eux). Il a un comportement normal sur le prunier *GF 31*. Par contre, le comportement est nettement plus défavorable sur le *Reine-Claude 1380* : les arbres ont au printemps une vigueur très irrégulière, les plus faibles ayant généralement de petites feuilles. La mortalité est élevée à cette époque. Par contre, les arbres ayant survécu sont redevenus et restés normaux à partir de juillet.

Incompatibilité à l'union.

Les clones *A. 1343* et *A. 1606* ont donné sur les semis d'abricotiers et de *Prunus mume* des arbres parfaitement compatibles présentant un feuillage normal à l'automne.

Le clone *A. 238 A* a donné sur les mêmes porte-greffes des proportions élevées d'arbres présentant à l'union de graves défauts (discontinuité du bois). Ces défauts ont provoqué une faiblesse mécanique, avec rupture fréquente à l'automne et une chlorose importante du feuillage.

On n'a pas observé la structure interne des unions obtenues sur porte-greffe Prunier, les arbres ayant été intentionnellement conservés pour un autre usage. Ces unions ne semblaient pas présenter les graves défauts rencontrés lors du greffage de *A. 238* sur de nombreux semis d'abricotiers.

Étude de la vigueur (fig. 5 et tabl. 4).

Les clones *A. 1343* et *A. 1606* donnent des scions de vigueur normale sur tous les porte-greffes abricotiers et pruniers.

Le clone *A. 238 A* a un comportement variable :

vigueur équivalente à celle des autres clones sur quatre semis d'abricotier et sur *GF 31* ;

vigueur significativement inférieure à celle des autres clones sur tous les autres abricotiers porte-greffes ;

sur le porte-greffe *Reine-Claude 1380*, le clone *A. 238 A* donne au printemps des arbres significativement plus faibles que le clone *A. 1343*. Par contre, en fin de végétation, le clone *A. 236 A* a rattrapé son retard et les vigueurs sont équivalentes.

La figure 5 donne les courbes de croissance des trois clones sur quatre porte-greffes donnant des comportements caractéristiques du clone *A. 238 A* :

bon comportement : semis de *Canino* G_1 *A. 73*, semis de *Early Gold* G_1 *A. 404* ;

mauvais comportement : semis de *Prunus mume* sur lequel toutes les greffes de *A. 238 A* étaient mortes fin juillet et semis de l'abricotier sauvage *A. 1230*.

En définitive on peut dire que si l'on tient compte des quatre observations réalisées (reprise au greffage, mortalité, incompatibilité à l'union et vigueur) :

les clones de *Canino A. 1343* et *A. 1606* (ne donnant pas de réaction sur l'indicateur *A. 843*) ont un comportement satisfaisant sur tous les porte-greffes ;

le clone de *Canino A. 238 A* (donnant une réaction sur l'indicateur *A. 843*) se comporte significativement plus mal que les autres sur le *Reine-Claude 1380*, *Prunus mume* et onze semis d'Abricotier sur quatorze.

Les seuls porte-greffes donnant des résultats convenables avec ce clone sont le prunier *GF 31* et les semis de trois variétés cultivées d'Abricotier : *Rouge du Roussillon*, *Canino*, *Early Gold*.

DISCUSSION ET CONCLUSIONS

La première expérience montre qu'on peut induire la formation de rosettes sur des greffes appartenant à des cultivars sensibles à cet accident par inoculation du porte-greffe avec un clone d'abricotier de mauvais état sanitaire (*A. 238 A*). Un ou plusieurs virus peuvent donc produire des accidents sur les jeunes greffes et on peut dire que certaines rosettes sont des signes d'incompatibilité dus à leur action. Les clones d'abricotiers utilisés comme greffons ont des sensibilités différentielles à cet accident (le clone *A. 843* est très sensible, le clone de *Canino A 1382* l'est beaucoup moins). Enfin l'action inhibitrice du porte-greffe *Myrobolan* est intéressante à noter : le porte-greffe agit soit sur la virulence du virus soit sur sa diffusion et son taux de multiplication ; cette observation peut être rapprochée de celle de BENNET et COSTA (1949) sur l'action différentielle de certains hôtes sur la multiplication du virus de la Tristeza.

Dans la seconde expérience, le clone de *Canino A. 238 A* ayant provoqué la formation de rosettes dans la première expérience a un mauvais comportement après greffage sur tous les clones d'abricotiers utilisés comme intermédiaires pour tous les caractères étudiés (reprise au greffage, mortalité durant la première année de croissance, vigueur, incompatibilité à l'union à la fin de la première saison de croissance). Par contre, les autres clones étudiés qui ont une réaction négative sur l'indicateur *A. 843* (*A. 1343* et *A. 1382* considérés comme sains, *A. 1606* présumé dépérissant) ont un comportement satisfaisant. Le clone *A. 1382* préalablement inoculé par *A. 238 A* se comporte exactement comme ce dernier.

On peut donc dire que le clone A. 238 A *est contaminé par un ou plusieurs virus*

capables d'induire l'incompatibilité intraspécifique. Ce ou ces virus se transmettent aisément et envahissent rapidement, en moins d'un an, un jeune abricotier inoculé.

Les résultats obtenus dans la troisième expérience sont similaires à ceux des deux expériences précédentes : les clones de *Canino A. 1343* et *A. 1606* ont un bon comportement sur tous les porte-greffes alors que sur un grand nombre d'entre eux le clone *A. 238 A* donne de mauvais résultats. Des essais similaires entrepris les années précédentes ont donné des résultats identiques : bon comportement des greffons de *Canino A. 1606* et *A. 1343* (ne donnant pas de réaction sur l'indicateur *A. 843*) sur tous les semis d'abricotiers, bon comportement du clone de *Canino A. 238 A* (qui donne une réaction sur l'indicateur *A. 843*) sur quelques rares semis, les mêmes qu'en 1967, comportement défavorable du même clone sur de nombreux autres semis. Les phénomènes d'incompatibilité rencontrés sont presque la règle générale quand on greffe le clone *A. 238 A* sur des semis ou des clones d'abricotiers.

Cette incompatibilité est due à un virus qui est probablement décelé par indexage sur indicateur *A. 843*. Les accidents très fréquemment rencontrés dans les pépinières commerciales (mauvaise reprise au greffage, rosettes) sont probablement dus à l'action de ce même virus.

Nous avons essayé d'étudier la liaison de ce virus avec le dérèglement de la végétation. Sur vingt et un arbres dépérissants repérés dans le Roussillon et dans l'Hérault, dix-huit sont positifs sur l'indicateur *A. 843*. La liaison de ce virus avec le dérèglement est mal connue pour le moment. Toutefois, les résultats que nous avons observés avec le clone *A. 1606* peuvent faire penser qu'il s'agit de deux accidents indépendants l'un de l'autre. En effet, le clone *A. 1606* individualisé à partir d'un arbre ayant extériorisé tous les symptômes du dérèglement se comporte comme un clone sain en ce qui concerne l'incompatibilité induite.

Les indexages réalisés par ailleurs pour le clone *A. 238 A* sont négatifs sur *Prunus Shirofungen* et sur Pêcher *GF 305* : il est donc indemne des principales viroses des arbres fruitiers à noyau. On peut donc dire que le virus étudié est relativement original. Notre collègue MARENAUD essaye de l'identifier.

Dans d'autres expériences réalisées à la Station de Recherches d'Arboriculture fruitière de la Grande-Ferrade sur une centaine de clones de Prunier utilisés comme porte-greffes de l'Abricotier, le clone *A. 238 A* a un comportement identique à celui du clone *A. 1343* : bonne reprise au greffage, non-apparition de rosettes, symptômes modérés d'incompatibilité à l'union habituellement rencontrée en première année lors du greffage de la variété *Canino* sur Prunier. On peut donc dire d'une façon générale que le virus d'incompatibilité étudié, hébergé par *A. 238 A* est sans action ou incomparablement moins virulent quand le porte-greffe est un prunier au lieu d'être un abricotier et *que ce virus n'est pas la cause de l'incompatibilité de la variété* Canino *greffée sur de nombreux clones de prunier porte-greffes*. Les symptômes d'incompatibilité à l'union observés sur les semis et clones d'abricotiers porte-greffes après greffage avec le clone *A. 238 A* diffèrent nettement de ceux obtenus par greffage des clones *A. 1343* et *A. 238* sur de nombreux pruniers. Les schémas de la figure 1 représentent bien les deux cas rencontrés. Dans le cas de greffe d'Abricotier, sur Abricotier, l'incompatibilité à l'union due aux virus, apparaît très tôt, est extrêmement importante et agit sur la santé du greffon. Dans l'autre cas, l'incompatibilité se montre plus tard, les discontinuités sont moindres et n'influent pas sur la santé du greffon qui pousse normalement. *L'incompatibilité due au virus se distingue donc*

assez nettement de celle, classique, de l'abricotier greffé sur prunier. Les semis d'abricotiers utilisés comme porte-greffes qui sont incompatibles avec le clone de greffon *A. 238* restent en bonne santé après inoculation avec le même clone. L'incompatibilité rencontrée est une incomptabilité véritable avec des défauts structuraux aux unions et non un cas de sensibilité d'un porte-greffe à un virus apporté par le greffon.

Sur le plan de la sélection du matériel végétal, le clone de *Canino A. 1343* peut dès maintenant être recommandé aux arboriculteurs et pépiniéristes : il ne donne pas d'apoplexie (dérèglement de la végétation) en pépinière lors du greffage sur semis d'Abricotier, permet d'obtenir de bons résultats en pépinière et n'est pas contaminé par le virus d'incompatibilité. Il a par ailleurs donné de bons résultats lors des indexages. Par contre, le clone *A. 238 A*, originaire du Roussillon, est sans intérêt : ses arbres, bien que d'aspect fréquemment normal, peuvent transmettre par greffage les symptômes du dérèglement de la végétation ou de l'apoplexie et véhiculent un agent d'incompatibilité.

Le choix d'un semis d'abricotier comme porte-greffe est plus difficile : les semis de *Canino* et de *Rouge du Roussillon* tolèrent des greffons contaminés par le virus d'incompatibilité et présentent, de ce fait, un intérêt certain si on admet que le virus d'incompatibilité est bénin (nous ne savons pas s'il l'est ou non) et n'a pas d'autre action que de provoquer de l'incompatibilité lors du greffage sur certains porte-greffes. Cependant, de par leur origine, ces semis sont peut-être susceptibles de véhiculer le virus du dérèglement de la végétation.

L'aptitude à l'incompatibilité d'un porte-greffe abricotier en présence d'un greffon contaminé se transmet assez bien par le semis : ainsi le clone d'abricotier *A. 1230* et son semis donnent dans la deuxième et la troisième expérience des résultats identiques avec le greffon *A. 238 A* (bonne reprise au greffage, taux élevé d'incompatibilité à l'union en automne). De même, la variété *Canino*, peu sensible à la rosette (première expérience) donne un semis compatible avec *A. 238 A*. Il en est de même pour le clone *A. 843* et son semis, qui sont tous les deux incompatibles.

Pour conclure, on peut dire que les expériences réalisées ont mis en évidence l'action d'un ou de plusieurs virus dans les cas d'incompatibilité intraspécifique rencontrés. L'élimination de ces virus par indexage sur *A. 843* et l'utilisation de porte-greffes sélectionnés et tolérants sont d'un intérêt certain pour les pépinièristes.

Nous essayons de savoir si une inoculation réalisée deux ans après le greffage sur un arbre sain peut induire des symptômes d'incompatibilité dans les tissus de son union formés après cette inoculation. Si cela était, la sélection génétique de porte-greffes homogènes et tolérants présenterait un intérêt accru pour les arboriculteurs.

Reçu pour publication en octobre 1968.

SUMMARY

INTRASPECIFIC GRAFT INCOMPATIBILITY IN *PRUNUS ARMENIACA*.
INDUCTION BY INOCULATION OF A TRANSMISSIBLE FACTOR

The author sets intraspecific incompatibility with other types of incompatibility, such as interspecific incompatibility at the union and interspecific incompatibility of foliar type (translocated).

He describes an intraspecific incompatibility in *Prunus armeniaca*, comparing it with a case of interspecific incompatibility at the union.

Intraspecific incompatibility was actually induced in *Prunus armeniaca* by a transmissible factor that was inoculated either in the root stock at the budding time, or in the clone used as scion one year prior to grafting.

Such incompatibility is apparently due to the effects of one or several viruses which are fairly common in *Prunus armeniaca* cultivars.

Many seedlings of *Prunus armeniaca* cultivars used as root stock evince such incompatibility.

To eliminate the cultivars infected by the incompatibility viruses, the value of the indicator *A. 843* is unquestionable.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BENNET C. W., COSTA A. S., 1949. Tristeza disease of *Citrus*. *J. agric. Res.* **78**, 207-237.

CAMPBELL A. I., 1967. The effect of some Pear viruses on the growth and compatibility of a number of *Pyrus* species and near relatives. *J. hortic. Sci.*, **42**, 133-138.

DUQUESNE J., MARENAUD C., GRASSELLY Ch., 1966. L'extériorisation de viroses virulentes ou latentes de l'Abricotier par greffage sur divers types de *Prunus armeniaca*. Sensibilité de quelques clones d'Abricotier à ces viroses. *III Symposium sur l'Abricotier et sa culture*, Lednice, Tchécoslovaquie (sous presse).

GARDNER F. E., MARTH P. C., MAGNESS J. R., 1946. Lethal effects of certain apple scions on *Spy 227* stok. *Proc. amer. Soc. hortic. Sci.*, **48**, 195-9.

GUENGUERICH H. W., MILLIKAN D. F., 1956. Transmission of the *Stem Pitting* factor in apple. *Plant Dis. Rep.*, **40**, 934-8.

MINK G. I., SHAY J. R., 1959. Preliminary evaluation of some Russian apple varieties as indicators for apple viruses. *Plant Dis. Rep. Suppl.*, **254**, 13-17.

MINK G. I., SHAY J. R., 1962. Latent viruses in apple. *Purdue Univ. Res. Bull.*, n° **756**.

SHAY J. R., MINK G. I., 1961. Chlorotic Leaf Spot and its relation to other virus disorders of apple. *J. Planteavl.*, **65**, 25-32.

SMITH W. W., 1954. Occurrence of *Stem pitting* and necrosis in some body stocks for apple trees. *Proc. amer. Soc. hort., Sci.* **63**, 101-113.

TUKEY, BRASE. An incongeniality of the *Mac Inteash* apple when top worked on to *Virginia Crab*. *Proc. amer. Soc. hort. Sci.*, **43**, 139.

UPSHALL W. H., 1941. Compatibility of *Bechtl's Crab* on some *Malling* rootstocks. *Sci. Agr.*, **21**.

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1), 81-90.

ÉTUDE MÉTHODOLOGIQUE DE LA PRÉCOCITÉ RELATIVE DE DÉBOURREMENT CHEZ LA VIGNE

R. POUGET

Station de Recherches de Viticulture,
Centre de Recherches agronomiques du Sud-Ouest, 33 - Pont-de-la-Maye
Institut national de la Recherche agronomique

SOMMAIRE

Cette étude d'ordre méthodologique démontre la possibilité de caractériser la précocité de débourrement de chaque variété de Vigne par un seul coefficient établi expérimentalement. La convergence des courbes de variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température illustre l'homogénéité du comportement physiologique de certaines espèces du genre *Vitis*.

L'extension de ces résultats à d'autres plantes pérennes est envisagée.

INTRODUCTION

Nous avons montré dans une récente publication (POUGET, 1967 *a*) que la vitesse de débourrement de bourgeons de Vigne, prélevés pendant la phase de post-dormance, varie, pour chaque variété, suivant une loi de forme logarithmique dans l'intervalle de température 5-25°C. Il en résulte que chaque variété peut être caractérisée par deux constantes déterminées d'après une étude expérimentale du débourrement. L'appréciation de la précocité relative de plusieurs variétés devient ainsi possible mais il est évident que le maniement de deux constantes est assez peu pratique et rend difficile une classification des variétés suivant un ordre déterminé de précocité de débourrement. C'est pour cette raison que nous avons recherché une méthode plus simple de caractérisation faisant appel à une seule constante.

I. — CARACTÉRISATION DE LA PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT PAR UN SEUL COEFFICIENT

La loi logarithmique que nous avons établie est de la forme :

$$V = K \cdot t^c \qquad (1)$$

V étant la vitesse de débourrement, t, la température de débourrement, K et c, des coefficients caractéristiques de chaque variété. Rappelons que la vitesse de débourrement est définie par la relation :

$$V = \frac{1\,000}{DD\ 50}$$

où DD 50 représente la durée de débourrement en jours de 50 p. 100 des bourgeons d'un lot. Sur le tableau 1 figurent les équations des courbes calculées pour 4 cépages (POUGET, 1967 *b*).

Le calcul de la loi logarithmique à partir des valeurs observées de la vitesse (POUGET, 1967 *a*) s'effectue grâce à un changement de variable qui transforme la courbe logarithmique en droite de régression aisément calculable.

$$\log V = \log K + c \log t \qquad (2)$$

TABLEAU 1

Courbes de variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température ($V = K\,t^c$)

Perle de Csaba	*Traminer*	*Merlau*	*Ugni blanc*
$V = 2{,}270 \times t^{1{,}285}$	$V = 1{,}214 \times t^{1{,}442}$	$V = 0{,}444 \times t^{1{,}702}$	$V = 0{,}223 \times t^{1{,}865}$

Nous avons tracé sur la figure 1 les droites théoriques calculées pour une date de prélèvement donnée, à partir des valeurs observées pour 4 variétés (*Perle de Csaba, Traminer = Gewurztraminer, Merlau, Ugni blanc*). Il apparaît très nettement que ces différentes droites se coupent deux à deux dans une zone très restreinte du graphique. Nous avons, en première approximation, assimilé cette zone à un point A dont les coordonnées ($\log V_A$ et $\log t_A$) correspondent à la moyenne des coordonnées des points d'intersection des droites 2 à 2. Les coordonnées ainsi obtenues sont les suivantes :

$$\log V_A = 2{,}58818$$
$$\log t_A = 1{,}73415$$

Il faut bien se garder d'accorder une signification biologique quelconque à ce point d'intersection A situé dans une zone de température élevée (environ 54°C) où le débourrement est physiologiquement impossible. Toutefois, cette convergence apparaît assez remarquable et mérite une investigation plus approfondie pour en découvrir le sens encore obscur.

Avant d'aller plus avant dans l'exploitation de ce résultat, il importe de démontrer que l'assimilation au point A de la zone d'intersection des droites 2 à 2 est statistiquement significatif. Pour cela, nous utiliserons un procédé indirect. Dans l'expression (2) remplaçons $\log V$ et $\log t$ par les valeurs $\log V_A$ et $\log t_A$ qui sont des constantes calculées. Nous obtenons :

$$\log K = \log V_A - c \log t_A \qquad (3)$$

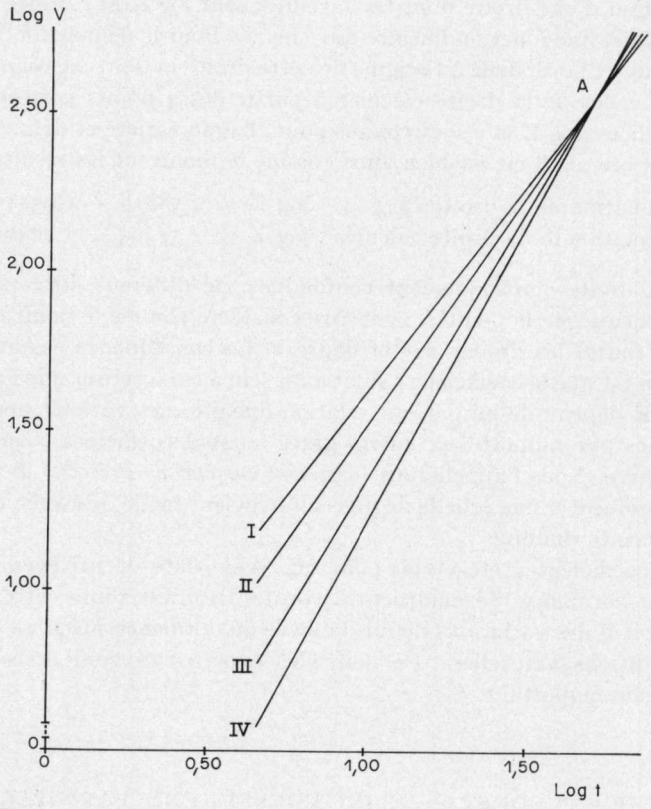

FIG. 1. — *Variation du logarithme de la vitesse de débourrement* (log V) *en fonction du logarithme de la température* (log *t*)
I : Perle de Csaba. II : Traminer. III : Merlau. IV : Ugni blanc

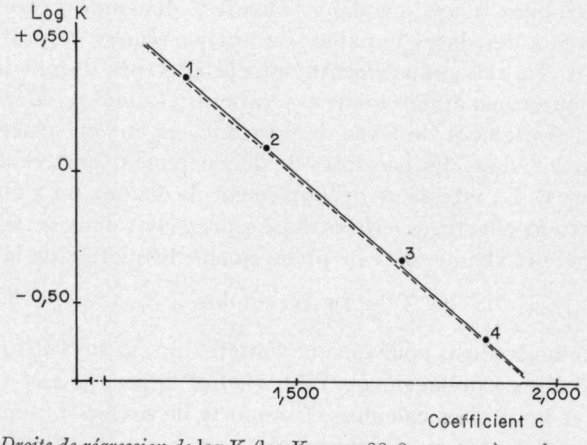

FIG. 2. — *Droite de régression de* log K (log K = 2,58818-1,73415 *c*) *sur le coefficient* c.
1, 2, 3 et 4 représentent respectivement les points de coordonnées log K et *c* pour les variétés *Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc.* Les 2 droites sont pratiquement identiques.

qui est l'équation d'une droite dont les variables sont log K et c. Cette relation suppose que log K est une fonction linéaire de c (fig. 2). Pour le démontrer, il suffit d'établir que la pente et l'ordonnée à l'origine de cette droite ne sont pas significativement différentes de celles de la droite calculée à partir des 4 points correspondants aux 4 variétés étudiées (log K et c sont connus pour chaque variété et définissent donc un point sur la figure 2). Il en est bien ainsi comme le montrent les résultats suivants :

Équation de la droite (3) : $\log K = 2{,}58818 - 1{,}73415\ c$
Équation de la droite calculée : $\log K = 2{,}57403 - 1{,}72494\ c$

Ces deux droites, pratiquement confondues, ne diffèrent donc pas significativement. Il s'ensuit que le point A peut être considéré comme le point commun d'intersection de toutes les droites sur la figure 1. La conséquence essentielle de cette démonstration est que le coefficient c suffit à lui seul à caractériser une variété puisque le coefficient K dépend de lui par une relation linéaire. Les variétés peuvent donc se classer les unes par rapport aux autres grâce au seul coefficient c qui traduit leur précocité relative. Nous l'appellerons *coefficient variétal de précocité de débourrement.* Ainsi l'établissement d'une échelle de précocité devient facile, le coefficient c croissant quand la précocité diminue.

Mais ce coefficient a été établi pour une seule date de prélèvement durant la phase de post-dormance. Se maintient-il constant durant toute cette phase ou, au contraire, subit-il des variations depuis la levée de dormance jusqu'au débourrement dans les conditions naturelles ? De nouvelles expériences vont nous permettre de préciser ce point important.

II. — CONSTANCE DU COEFFICIENT VARIÉTAL DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT c

La relation (1), qui a été démontrée dans le cas de l'expérience étudiée (prélèvement durant la phase de post-dormance et traitement préalable de levée de dormance par l'anaérobiose à 30°C pendant 72 heures), demande à être vérifiée pour des bourgeons prélevés à des dates variables durant les phases de post-dormance et de pré-débourrement. De tels prélèvements ont été effectués durant le cycle végétatif 1966-1967. Les bourgeons, appartenant à 3 variétés (*Traminer, Merlau, Ugni blanc*), n'ont subi aucun traitement de levée de dormance et ont été placés directement, à raison de 100 par lot, dans des enceintes de débourrement portées aux températures de 10, 15, 20 et 25°C. La vitesse de débourrement de chaque lot a été déterminée.

Les observations effectuées sur ces expériences vont nous permettre de calculer, pour chaque variété et chaque date de prélèvement, l'équation de la droite (2)

$$\log V = \log K + c \log t$$

Nous déterminons ainsi, pour chaque variété, autant de valeurs du coefficient c qu'il y a eu de dates de prélèvement (tabl. 2). Les figures 3, 4 et 5 représentent les points observés et les droites calculées. Il importe de savoir si, pour chaque variété, les valeurs du coefficient c ainsi déterminées sont, ou non, significativement différentes de celle du coefficient initial qui a été établie expérimentalement (1,442 pour

TABLEAU 2

Droites calculées ($\log V = \log K + c \log t$) *pour trois dates de prélèvement du cycle végétatif 1966-1967*
Comparaison des coefficients c *calculés au coefficient initial*

Variétés	Dates de prélèvement	Équation de la droite $\log V = \log K + c \log t$	Comparaison des coefficients c aux coefficients initiaux Probabilité du test t
			Coefficient initial : 1,442
Traminer	7-12-1966	$\log V = -0{,}326 + 1{,}549 \log t$	$0{,}30 < P < 0{,}50$
	9-1-1967	$\log V = -0{,}153 + 1{,}466 \log t$	$0{,}70 < P < 0{,}80$
	7-2-1967	$\log V = -0{,}074 + 1{,}425 \log t$	$0{,}50 < P < 0{,}70$
			Coefficient initial : 1,702
Merlau	7-12-1966	$\log V = -0{,}714 + 1{,}725 \log t$	$0{,}80 < P < 0{,}90$
	9-1-1967	$\log V = -0{,}596 + 1{,}732 \log t$	$0{,}80 < P < 0{,}90$
	7-2-1967	$\log V = -0{,}448 + 1{,}685 \log t$	$0{,}90 < P$
			Coefficient initial : 1,865
Ugni blanc	7-12-1966	$\log V = -0{,}896 + 1{,}817 \log t$	$0{,}70 < P < 0{,}80$
	9-1-1967	$\log V = -0{,}846 + 1{,}870 \log t$	$0{,}90 < P$
	7-2-1967	$\log V = -0{,}748 + 1{,}844 \log t$	$0{,}90 < P$

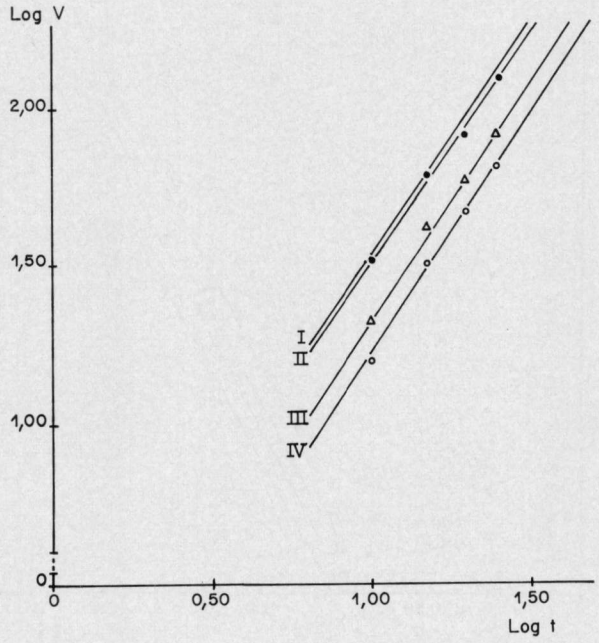

FIG. 3. — *Variation de log V en fonction de log t pour le cépage* Traminer.
I : Droite initialement calculée. II : prélèvement du 7-02-67
III : prélèvement du 9-01-67. IV : prélèvement du 7-12-66

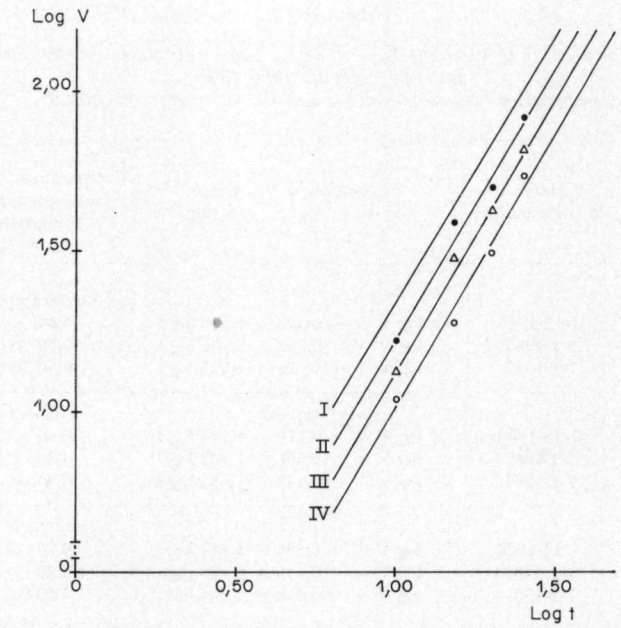

FIG. 4. — *Variation de log V en fonction de log* t *pour le cépage* Merlau
I : Droite initialement calculée. II : prélèvement du 7-02-67
III : Prélèvement du 9-01-67. IV : prélèvement du 7-12-66

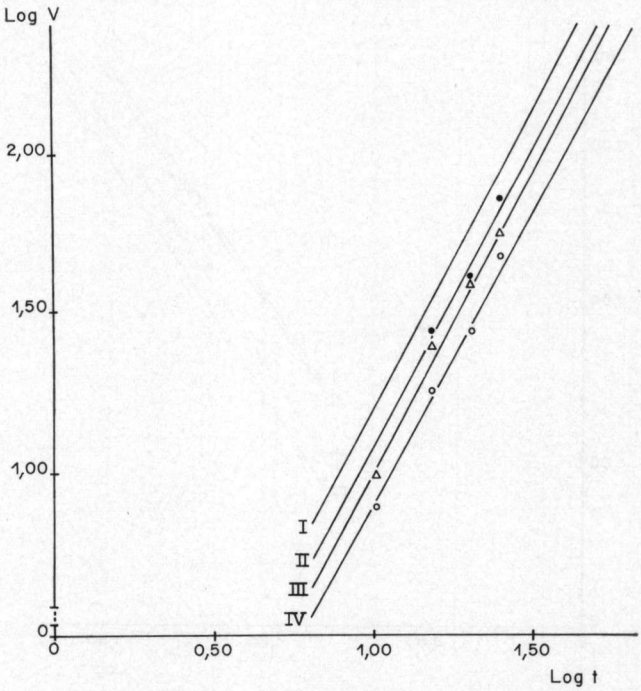

FIG. 5. — *Variation de log V en fonction de log* t *pour le cépage* Ugni blanc
I : Droite initialement calculée. II : prélèvement du 7-02-67
III : Prélèvement du 9-01-67. IV : prélèvement du 7-12-66

Traminer, 1,703 pour *Merlau*, 1,865 pour *Ugni blanc*). Le tableau 2 indique que les nouveaux coefficients calculés ne sont pas significativement différents de celui qui a été initialement déterminé (tabl 1). S'il en est ainsi, il est possible d'admettre que le point A existe pour chaque date de prélèvement et qu'il se déplace au cours de la période considérée. Les expériences que nous avons réalisées ne nous permettent pas d'apporter des précisions suffisantes sur le déplacement du point A. Toutefois, l'augmentation observée des valeurs de l'ordonnée à l'origine (log K) dans les équations du tableau 2, depuis le premier jusqu'au dernier prélèvement, nous autorise à admettre que le point A se déplace dans le sens des ordonnées croissantes. La mobilité du point A a certainement une signification biologique qui nous échappe encore et que des expériences complémentaires devraient nous permettre de préciser.

Il n'en reste pas moins démontré que le *coefficient variétal de précocité de débourrement c peut être considéré comme constant*, pour chacune des variétés étudiées, durant les phases de post-dormance et de pré-débourrement.

Ce résultat est de la plus haute importance car il permet de caractériser le rythme végétatif de chaque variété jusqu'au débourrement. Le coefficient *c* traduit, dans une certaine mesure, la réaction spécifique de chaque variété à la température de débourrement. Le fait qu'il se maintienne constant constitue un argument solide pour le considérer comme un terme de comparaison et de classification des variétés.

III. — MÉTHODES DE DÉTERMINATION DU COEFFICIENT VARIÉTAL DE PRÉCOCITÉ DE DÉBOURREMENT *c*

Après avoir déterminé expérimentalement les coefficients *c* pour quatre variétés recouvrant une grande partie de la gamme de précocité de débourrement, il importe de généraliser les résultats en cherchant à les utiliser pour établir les coefficients d'autres variétés. Pour cela, nous pouvons utiliser deux méthodes différentes.

Première méthode : détermination du coefficient c *à partir de la vitesse de débourrement à une seule température*

Il a été démontré plus haut que le coefficient *c* est, pour l'ensemble des variétés, une fonction linéaire de log V (V étant la vitesse de débourrement à une température donnée). S'il en est ainsi, il suffit d'une seule température de débourrement pour déterminer le coefficient *c* d'une variété. Pour cela, il est nécessaire de disposer des 4 ou au moins de 3 des variétés témoins (*Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc*) qui permettront d'établir la relation linéaire entre le coefficient *c* et log V.

La méthode consiste simplement, dans un milieu donné, à prélever durant les phases de post-dormance ou de pré-débourrement, des bourgeons de chacune des variétés témoins et de la ou des variétés à étudier. Les bourgeons, sans traitement préalable, sont plantés dans une enceinte à température constante (10,15 ou 20°C) ; la température doit être choisie aussi basse que possible pour que les écarts entre les variétés soient les plus grands possibles (10 ou 15°C de préférence). Après l'observation des dates de débourrement, la vitesse de chaque variété est déterminée et sert à calculer la droite de régression entre le coefficient *c* et log V pour les variétés témoins. Une simple interpolation permet alors de calculer *c* en fonction de log V pour les variétés à étudier.

Cette méthode, pour être précise et fidèle, doit nécessairement être mise en œuvre avec beaucoup de soin dans l'échantillonnage et le choix des bourgeons. Il est en effet indispensable, d'une part, que les variétés soient cultivées côte à côte dans les mêmes conditions de milieu, et d'autre part, que les bourgeons soient prélevés sur des plantes et des sarments de même âge et de même vigueur. L'augmentation du nombre des bourgeons par lot accroît la précision de la méthode, ce nombre ne devant pas être inférieur à 100.

La précision de la méthode peut encore être améliorée en renouvelant la même expérience à plusieurs températures de débourrement. On obtient ainsi pour chaque température une valeur du coefficient *c*. La moyenne de ces différentes valeurs constitue une estimation d'autant plus précise que leur nombre est plus grand.

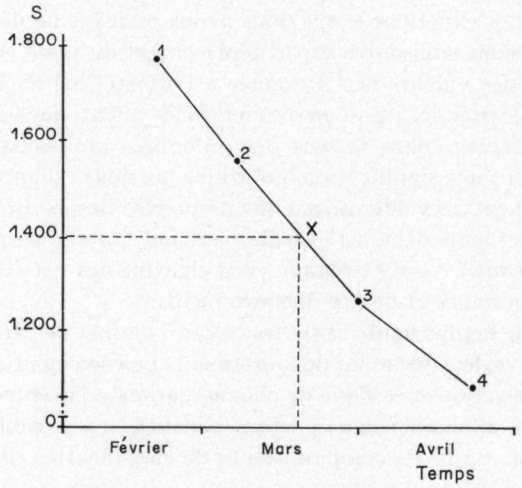

FIG. 6. — *Détermination de la somme S des actions journalières de la température d'une variété X en fonction de la date de débourrement dans les conditions naturelles*

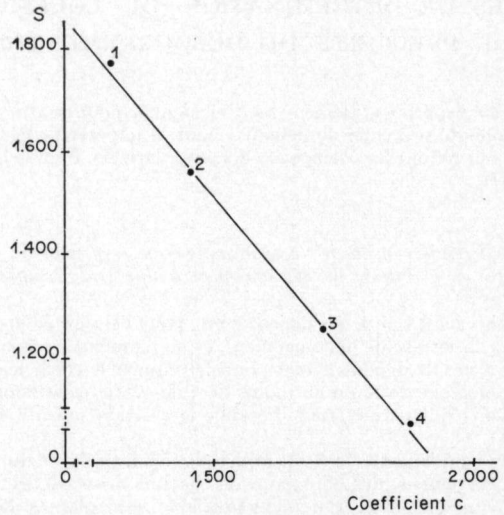

FIG. 7. — *Droite de régression de la somme S des actions journalières de la température sur le coefficient variétal de précocité de débourrement* c
I : Perle de Csaba. II : Traminer. III : Merlau. IV : Ugni blanc

Deuxième méthode : détermination du coefficient c
d'après la date de débourrement dans les conditions extérieures

L'observation de la date de débourrement dans le vignoble peut servir de base à une autre méthode de détermination du coefficient *c*. En effet, nous avons montré (POUGET, 1967, *a*, *b*) que le débourrement des bourgeons à l'extérieur est observé quand la somme des actions journalières de la

température S atteint une valeur caractéristique de chaque cépage. Cette somme ayant été établie expérimentalement pour les 4 cépages témoins (*Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc*), il est possible de déterminer par interpolation la valeur supposée de S pour une variété donnée dont on connaît la date de débourrement dans les mêmes conditions de milieu que les variétés témoins (fig. 6).

Cette valeur S ainsi obtenue peut être utilisée pour déterminer le coefficient *c* du cépage considéré. En effet, la figure 7 nous montre que la somme S et le coefficient *c* des 4 variétés témoins sont liés par une relation linéaire hautement significative. Ainsi, la connaissance de S permet de déterminer le coefficient *c* pour la variété étudiée.

Cette méthode est plus simple à appliquer que la précédente car elle ne nécessite pas d'expérimentation particulière. Elle conduit à une aussi bonne estimation du coefficient *c*. Il est préférable d'ailleurs d'utiliser simultanément ces deux méthodes qui se complètent fort bien et donnent généralement ensemble une bonne concordance.

CONCLUSION

Les résultats que nous venons d'exposer constituent une contribution méthodologique à l'étude du rythme végétatif en général. Certes ils ont été obtenus avec un nombre restreint de variétés et dans un seul milieu naturel. Toutefois, ils semblent présenter un caractère de généralité qui peut dépasser le cadre de l'espèce. En effet, la convergence en un seul point des courbes de variation de la vitesse de débourrement en fonction de la température, la constance du *coefficient variétal de précocité de débourrement* durant les phases de post-dormance et de pré-débourrement, constituent un ensemble de données qui illustrent l'homogénéité du comportement physiologique des différentes variétés de l'espèce *Vitis vinifera*. Des expériences non rapportées ici nous permettent de penser que d'autres espèces du genre *Vitis* (*V. Thunbergii, V. Amurensis, V. riparia, V. rupestris, V. Berlandieri*, etc.,) s'intègrent dans ce cadre de l'espèce *V. vinifera*. On en arriverait ainsi au cadre plus large du genre *Vitis*. Mais une telle généralisation demande des vérifications pour des espèces ayant un rythme végétatif encore incomplètement connu comme les espèces tropicales ou sub-tropicales (*Vitis Caribea, V. tiliaefolia*, etc.).

Il serait du plus haut intérêt d'entreprendre des études analogues à celles qui viennent d'être exposées, non seulement sur les différentes espèces du genre *Vitis* cultivées dans d'autres milieux naturels, mais aussi sur d'autres plantes pérennes dont la physiologie du cycle végétatif est analogue à celle de la Vigne.

Reçu pour publication en décembre 1968.

SUMMARY

METHODOLOGICAL STUDY OF RELATIVE EARLINESS OF BUD-BURST IN GRAPE VINES

The curves of the variation of the rate of bud-burst (V) in relation to temperature (t) are logarithmic : $V = K \cdot t^c$. They converge at a point where the co-ordinates vary according to the date of sampling.

This makes it possible to express each variety by a single coefficient or *varietal coefficient of bud-burst earliness c*, which remains constant from the end of dormant period up to the moment of bud-burst under natural conditions. The earlier this occurs in any particular variety, the smaller is the coefficient.

Thanks to the coefficients established for 4 control varieties (*Perle de Csaba, Traminer, Merlau, Ugni blanc*), it is possible, in a given environment, to determine the coefficient of any variety, either by measuring its earlines of bud-burst at a controlled temperature (10,15 or 20°C), or by accurately recording the date of its bud-brust in the vineyard in relation to that of the control varieties.

The adoption of this method, tested with a number of varieties, is considered and discussed in regard to several different species of the *Vitis* genus.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

MATHER K., 1951. *Statistical analysis in Biology*. 267 p. 4e éd., Methuen and Co., Londres.

NIGOND J., 1967. Recherches sur la dormance de la Vigne. *Ann. Physiol. vég.*, **9**, 107-152, 197-232, 273-338.

POUGET R., 1963. Recherches physiologiques sur le repos végétatif de la Vigne (*Vitis vinifera* L.) : la dormance des bourgeons et le mécanisme de sa disparition. *Ann. Amélior. Plantes*. **13** (hors-série 1), 1-247.

POUGET R., 1966. Étude du rythme végétatif : caractères physiologiques liés à la précocité de débourrement chez la Vigne. *Ann. Amélior. Plantes.*, **16**, 81-100.

POUGET R., 1967 *a*. Relations entre la dormance et le rythme végétatif chez la Vigne. *Bull. Soc. bot. Fr.* (Colloque Physiol. de l'Arbre, 1966), **114**, 101-109.

POUGET R., 1967 *b*. Méthode d'appréciation de l'évolution physiologique des bourgeons pendant la phase de pré-débourrement : application à l'étude comparée du débourrement de la Vigne. *Vitis*, **6**, 294-302.

Ann. Amélior. Plantes, 1969, **19** (1).

CHRONIQUE DES LIVRES

LAMOTTE M. et L'HÉRITIER Ph. — BIOLOGIE GÉNÉRALE : II. LOIS ET MÉCANISMES DE L'HÉRÉDITÉ. — Paris, Doin, Coll. « Biologie », 2e éd., 1968, 300 p.

Les connaissances actuelles sur les lois et les mécanismes de l'hérédité, avec leur ouverture sur la nature chimique et les activités du matériel génétique, sont exposées dans ce volume en plusieurs étapes.

Une première étape, qui correspond à ce que l'on appelle classiquement la Génétique formelle, consiste à reconnaître l'existence des gènes et leur arrangement linéaire sur les chromosomes.

Dans une seconde étape, sont exposés les arguments qui amènent à penser que le matériel génétique chromosomique est constitué d'ADN et qu'un gène est un segment d'une chaîne polymérique codée de cette nature. Ceci amènera à reconnaître que le gène classique n'est pas une unité insécable, mais qu'il existe une hiérarchie d'unités génétiques, dont il n'est que le terme supérieur.

Une troisième étape est consacrée à l'étude des mutations et des agents qui les provoquent. Les phénomènes de polyploïdie et de polysomie sont rattachés à ce sujet, car il s'agit de changements dans le matériel génétique cellulaire, bien qu'ils interviennent à un niveau d'organisation plus élevé que les autres types de mutations.

Au cours d'une quatrième étape, les mécanismes qui relient les gènes aux caractères sont analysés et ceci conduit à parler de la synthèse des protéines, problème essentiel de la Biologie moléculaire.

Dans un autre chapitre, il est montré que les activités des différents gènes sont coordonnées par le jeu de mécanismes intégrateurs, qui permettent à la cellule de fonctionner comme une unité physiologique et d'adapter à tout instant son métabolisme aux conditions ambiantes.

Le chapitre suivant est consacré au problème de l'existence possible de matériel génétique au niveau de certains des organites cytoplasmiques.

Le dernier chapitre, enfin, est envisagé comme une conclusion des connaissances présentées dans les deux premiers fascicules de cet ouvrage. Une représentation synthétique du fonctionnement de la cellule y est dégagée à l'occasion de l'étude des relations entre le noyau et le cytoplasme.

LEMAITRE R. et LINDEN R. — LE FRAISIER A GROS FRUITS. — Gembloux (Belgique), J. Duculot, 1968, 234 p.

Cette monographie des variétés de fraisiers à gros fruits (*Fragaria ananassa*) comporte trois parties principales ; la première fort bien illustrée de nombreuses photographies, en noir et blanc, présente les caractères utilisés pour l'identification des variétés ; la seconde décrit 40 variétés non remontantes choisies parmi les plus cultivées en Europe, chaque description étant accompagnée de photographies, en noir et blanc, des fleurs, fruits et feuilles et d'une brève indication de l'intérêt cultural. L'ouvrage se termine par 3 clés de détermination.

G. R.

GALET P. — PRÉCIS D'AMPÉLOGRAPHIE PRATIQUE. — 2e éd. revue et augmentée. Montpellier, Impr. P. Déhan, 1968, 231 p.

Comme dans l'édition précédente l'auteur décrit la méthode de reconnaissance et de classification des vignes cultivées.

Il donne ensuite la description et les caractéristiques des vignes américaines, la description et les aptitudes des vingt-sept porte-greffes les plus employés en Europe et dans le monde ainsi que la méthode du choix du porte-greffe pour un sol donné.

Il décrit et donne le nom et les aptitudes des vingt-neuf hybrides producteurs dont la culture est actuellement autorisée en France.

Enfin il décrit, classe et donne les caractéristiques des quarante-sept variétés de *Vitis vinifera* de cuve et des vingt-quatre variétés de *Vitis vinifera* de table les plus cultivées en France.

D. B.

RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Le manuscrit doit être dactylographié sur papier format 21 × 27, avec un double interligne, au recto seulement. Chaque page sera numérotée et des feuilles séparées seront utilisées pour les références bibliographiques, les tableaux, les légendes des figures et graphiques. etc.

Au début de chaque mémoire, on indiquera : — *le titre du mémoire :* il ne devra pas comporter d'abréviation ni de formules chimiques (sauf pour les isotopes) ; — *le nom des auteurs,* précédé des initiales du prénom pour les hommes, du prénom complet pour les femmes ; *le nom des techniciens* ayant collaboré à l'étude relatée, précédé de la mention : avec la collaboration technique de... ; — *le nom de l'établissement,* dans lequel ont été effectuées les recherches et son adresse.

Les mémoires seront rédigés, autant que possible, d'après le plan ci-dessous :
a) *sommaire :* résumé suffisamment précis pour que sa lecture renseigne sur la nature du travail et son importance ; b) *introduction* dans laquelle on indique l'objet des recherches entreprises en relation avec les travaux déjà effectués dans le domaine ; c) *techniques expérimentales et matériel utilisé,* en donnant sous une forme concise tous les détails nécessaires pour que le lecteur puisse répéter les expériences; d) *résultats* à présenter de la manière la plus brève possible ; e) *discussion et conclusion :* f) *résumé* destiné à être traduit en anglais comportant une analyse *complète* de l'article : g) *remerciements* pour les collaborations, les fonds, les dons... : h) *Références bibliographiques.*

Les travaux originaux en anglais doivent présenter la même composition que les mémoires rédigés en français, mais ils comportent obligatoirement un résumé français très *complet* placé en tête de l'article. Les figures graphiques, tableaux et photographies seront sous-titrés en français.

Pour les autres documents (notes, mises au point, revues, rapports, etc.) l'auteur devra suivre un plan logique et le mettre en évidence par une titration appropriée.

Les références bibliographiques doivent être citées dans le texte de la manière suivante : (DUPONT et DUVAL, 1954). Lorsque la référence comporte plus de trois auteurs, seul le premier auteur sera mentionné, suivi de : et *al.* A la fin de l'article, les références constituant la bibliographie doivent être citées par ordre alphabétique des noms d'auteurs, et par ordre de dates pour un même auteur.

Pour les artciles : le (s) nom (s) de (s) auteur (s) suivi (s) des initiales du (des) prénom (s) ; la date de parution de l'article ; le titre de l'article (dans la langue originale pour l'allemand, l'anglais, l'italien, l'espagnol et en français dans tous les autres cas, avec indication entre parenthèses de la langue d'origine, sauf si l'auteur étranger a sous-titré dans l'une des quatre langues mentionnées) : le titre du périodique en abrégé, selon la *World List of Scientific Periodical,* ou le *Bulletin Signalétique du C. N. R. S.* ; le volume ; la première et la dernière page de l'article.

Pour les ouvrages : le nom de l'auteur avec les initiales du prénom ; la date de l'édition ; le titre complet de l'ouvrage dans la langue originale, sans abréviations (pour les langues utilisant des alphabets autres que l'alphabet latin, la traduction du titre sera donnée entre parenthèses, avec mention de la langue d'origine) ; le volume ; la première et la dernière page du paragraphe se rapportant aux résultats discutés, et, si l'on cite l'ouvrage en entier, le nombre de volumes et le nombre total de pages ; le numéro de l'édition s'il y en a plusieurs ; le nom de l'éditeur ; le lieu de l'édition. Si l'ouvrage est collectif, on indiquera, en plus, le nom de l'auteur du chapitre cité, les noms des rédacteurs principaux, précédés de la mention « in ».

La mention de « communication personnelle » ou « données non publiées » etc. doit être faite entre parenthèses. Lorsque l'auteur a relevé une référence dans une revue d' « Abstracts », le mentionner à la fin de la référence, entre parenthèses.

Les tableaux, dessins, graphiques, cartes, photographies, doivent être fournis à part. Les tableaux et figures doivent faire l'objet de deux numérotations distinctes, en chiffres arabes l'une et l'autre.

Les auteurs peuvent disposer leurs tableaux soit dans le sens de la largeur de la revue, soit dans le sens de la longueur. Dans le sens de la largeur, le total des signes et des espaces disponibles est de 100. Dans le sens de la longueur, il est de 155. Les tableaux en longueur, c'est-à-dire ceux pouvant disposer de 155 signes, ne seront admis que s'ils comprennent plus de 8 lignes de chiffres, de manière qu'une page entière de la revue ne soit pas occupée par un tableau très long et très étroit.

Les graphiques ne doivent pas faire double emploi avec les tableaux.

Les légendes et les énoncés des graphiques et dessins doivent être dactylographiés sur feuille séparée, et porter les numéros des figures.

Les graphiques, schémas, cartes, dessins d'appareils seront envoyés *à l'état de projets,* leur exécution définitive étant confiée au Bureau de Dessin de l'I. N. R. A. Seules deux réductions à l'impression sont admises : *soit* × 0,5, *soit* × 0,25.

Il est rappelé que le format utile des Annales est 16 × 24 cm ; ces dimensions ne doivent pas être dépassées

Photographies : Il est recommandé de fournir des épreuves bien contrastées sur papier blanc, et de préférence en format 9 × 12. Si les photographies doivent être associées pour constituer des planches, on adoptera les normes suivantes : 2 photos 9 × 12, 4 photos 9 × 5,5, 6 photos 5,5 × 5,5. Dans ce cas, chaque photo devra porter un numéro en chiffre arabe visible après clichage.

Les légendes des photographies doivent être dactylographiées sur feuilles séparées et porter les numéros des figures.

Correction des épreuves : Les auteurs sont avertis que seule la première épreuve leur sera envoyée pour correction.

Envoi du manuscrit : M. MAYER, Centre national de Recherches agronomiques, 78 - Versailles, (France). On demande deux exemplaires.

AMÉLIORATION DES PLANTES.

Le Directeur de la publication: M.-L. CAGNAC

Imprimerie Bussière à Saint-Amand (Cher), France. — 6-1969

Dépôt légal: 2e trimestre 1969. N° d'impression: 559.

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE

ANNALES

TARIF DES ABONNEMENTS POUR 1969	France	Étranger	Le N°
ANNALES AGRONOMIQUES, 6 nos par an	125 F	135 F	25 F
ANNALES DE L'AMÉLIORATION DES PLANTES, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE PHYTOPATHOLOGIE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE ZOOLOGIE-ÉCOLOGIE ANIMALE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE ZOOTECHNIE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE TECHNOLOGIE AGRICOLE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE BIOLOGIE ANIMALE, BIOCHIMIE, BIOPHYSIQUE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F
ANNALES DE PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE, 4 nos par an	75 F	80 F	25 F
ANNALES DES SCIENCES FORESTIÈRES, 4 nos par an	75 F	80 F	25 F
ANNALES DE GÉNÉTIQUE ET DE SÉLECTION ANIMALE, 4 nos par an	100 F	110 F	35 F

PUBLICATIONS NON PÉRIODIQUES

Prix T.T.C.

Recherches d'économie et de sociologie rurales :

Le n° 1 ..... **11,20 F**

Souscription pour les 4 premiers numéros : ..... **35,00 F**

Recherches vétérinaires :

Le n° 1 ..... **22,30 F**

Recherches d'hydrobiologie continentale :

Le n° 1 ..... **16,75 F**

DERNIERS OUVRAGES PARUS

Applications de l'électricité à la biologie et à l'aménagement des pêches continentales, publié sous la direction de **R. Vibert.**

276 p., 1968 ..... **35,00 F**

Les leucoses animales, par **C. Lombard.**

215 p., 1968 ..... **27,90 F**

Fermentations et vinifications. IIe Symposium international d'Œnologie tenu à Bordeaux-Cognac, les 13-17 juin 1967.

656 p., 2 volumes, 1968 ..... **68,00 F**

Bases et techniques d'une cartographie des sols, par **M. Jamagne.**

142 p. (dont 3 cartes des sols sous pochette annexe), 1967 ..... **45,00 F**

Xe Congrès européen sur les groupes sanguins et le polymorphisme biochimique des animaux.

544 p., 1967 ..... **55,90 F**

Atlas stéréotaxique du cerveau de brebis *Préalpes du Sud*, par **P. Richard**

76 p. (dont 26 planches en phototypie), 1967 ..... **55,90 F**

Carte pédologique de la France, à l'échelle du millionième et notice explicative, par **J. Dupuis.**

56 p., 1967 ..... **61,50 F**

Les demandes d'abonnements et les commandes doivent être adressées au Service des Publications de l'Institut national de la Recherche agronomique, route de Saint-Cyr, 78 - Versailles.
Règlement : par chèque bancaire à l'ordre du Régisseur des Publications de l'I. N. R. A., par virement postal à son compte courant : 9064-43 Paris, sans mentionner d'adresse, ou par bons U. N. E. S. C. O.
Les demandes peuvent être souscrites également par l'intermédiaire des libraires dans les conditions habituelles.
A Paris, bureau de vente : 11, rue Jean-Nicot, 7e.

TABLE DES MATIÈRES

A. CORNU, M. PAYNOT. — Hérédité et analyse chromatographique de la pigmentation anthocyanique des fleurs et bractées de *Salvia horminum* L. 5
S. ESSAD, Cvetanka NAJCEVSKA. — Analyse statistique d'un caryotype de *Festuca pratensis* HUDS 15
C. FOURY. — Étude de la biologie florale de l'Artichaut (*Cynara scolymus* L.). Application à la sélection. — 2e partie. Étude des descendances obtenues en fécondation contrôlée 23
M. ARNOUX, G. MATHIEU. — Influence du milieu sur le phénotype sexuel de descendances F_1 issues du croisement entre types dioïques et monoïques de Chanvre (*Cannabis sativa* L.) .. 53
J. DUQUESNE. — Incompatibilité de greffe intraspécifique chez *Prunus armeniaca*. Induction par un facteur transmissible par inoculation 59
R. POUGET. — Étude méthodologique de la précocité relative de débourrement chez la Vigne .. 81
Chronique des livres 91

CONTENTS

A. CORNU, M. PAYNOT. — Heredity and chromatographic analysis of the anthocyanic pigmentation in the flowers and bracts of *Salvia horminum* L. 5
S. ESSAD, Cvetanka NAJCEVSKA. — Statistical analysis of a *Festuca pratensis* HUDS. karyotype. 15
C. FOURY. — Study of the floral biology of the artichoke (*Cynara scolymus* L.) with application to selection. — 2nd part. Study of the offspring obtained by controlled fertilization 23
M. ARNOUX, G. MATHIEU. — Environmental effects on the sexual phenotype of the progeny F_1 resulting from crosses between dioecious and monoecious Hemp varieties (*Cannabis sativa* L.) 53
J. DUQUESNE. — Intraspecific graft incompatibility in *Prunus armeniaca*. Induction by inoculation of a transmissible factor 59
R. POUGET. — Methodological study of relative earliness of bud-burst in grape vines 81
Book review 91

I. N. 9. 036 011. 5